

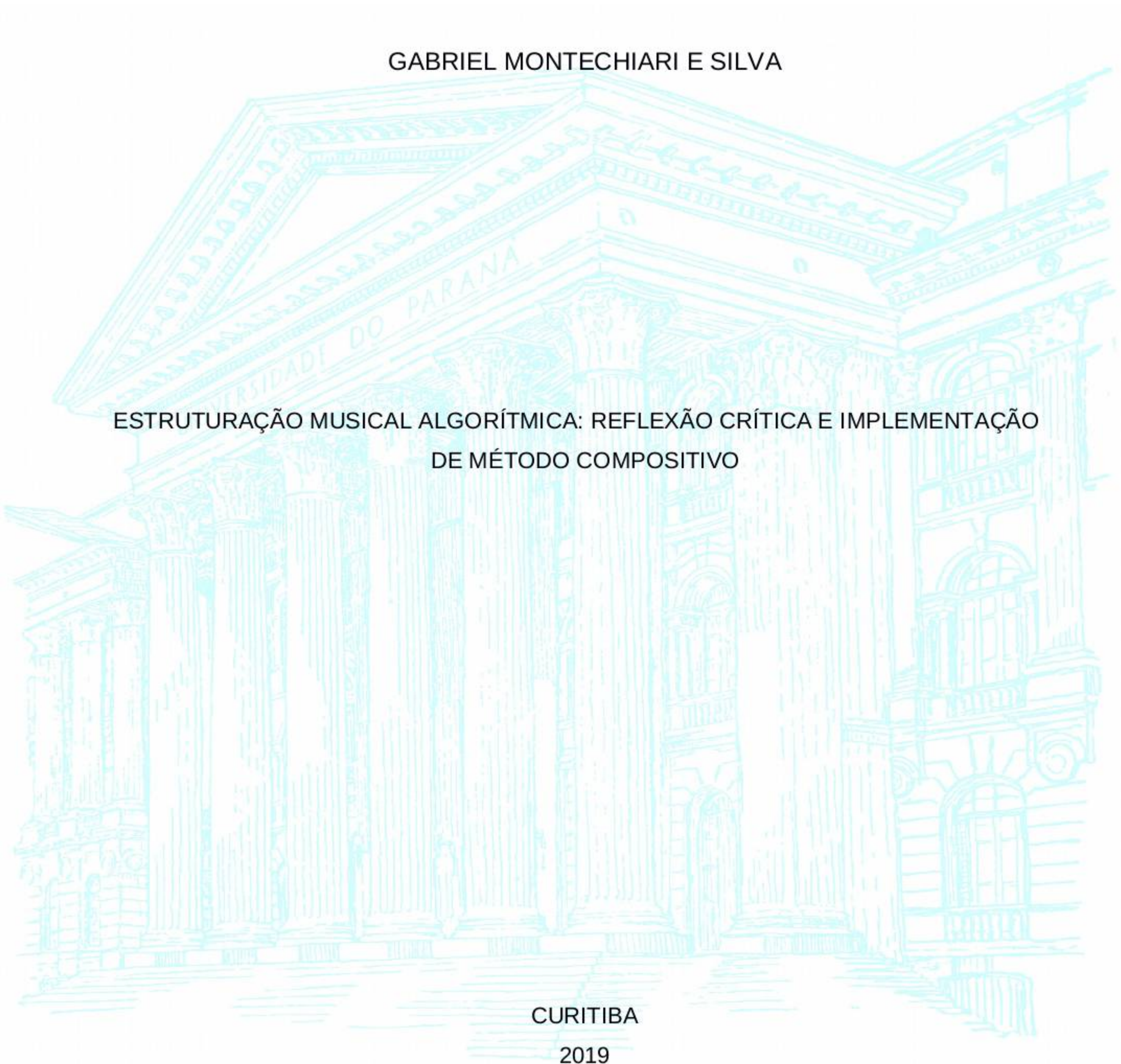
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL MONTECHIARI E SILVA

ESTRUTURAÇÃO MUSICAL ALGORÍTMICA: REFLEXÃO CRÍTICA E IMPLEMENTAÇÃO
DE MÉTODO COMPOSITIVO

CURITIBA

2019



GABRIEL MONTECHIARI E SILVA

ESTRUTURAÇÃO MUSICAL ALGORÍTMICA: REFLEXÃO CRÍTICA E IMPLEMENTAÇÃO
DE MÉTODO COMPOSITIVO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Música, Departamento de Artes, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Música.

Orientador: Prof. Dr. Clayton Rosa Mamedes

CURITIBA

2019

Catálogo na publicação
Sistema de Bibliotecas UFPR
Biblioteca de Artes, Comunicação e Design/Batel
(Elaborado por: Karolayne Costa Rodrigues de Lima CRB 9/1638)

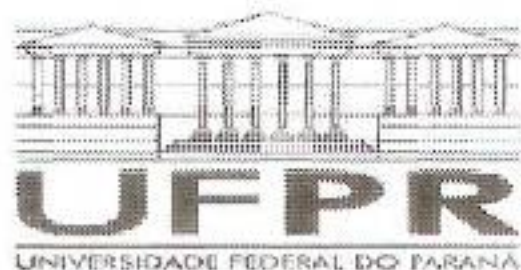
Silva, Gabriel Montechiari e
Estruturação musical algorítmica: reflexão crítica e implementação de
método compositivo / Gabriel Montechiari e Silva. – Curitiba, 2019.
104 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Clayton Rosa Mamedes.
Dissertação (mestrado em Música) – Universidade Federal do Paraná,
Setor de Artes, Comunicação e Design, Programa de Pós-Graduação em
Música.

1. Composição algorítmica (Música). 2. Composição musical por computador . 3. Forma musical. 4. Silêncio estrutural (Música) I.Título.

CDD 781.34536

FOLHA DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE ARTES COMUNICAÇÃO E DESIGN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MÚSICA -
40001016055P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MÚSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GABRIEL MONTECHIARI E SILVA**, intitulada: **ESTRUTURAÇÃO MUSICAL ALGORÍTMICA: REFLEXÃO CRÍTICA E IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODO COMPOSITIVO**, sob orientação do Prof. Dr. CLAYTON ROSA MAMEDES, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Setembro de 2019.


CLAYTON ROSA MAMEDES
Presidente da Banca Examinadora


ROSEANE YAMPOLSKI
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ)


PAUXY GENTIL NUNES FILHO
Examinador Externo (UFRJ)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivos: (1) definir e analisar o problema composicional da ergodicidade – também conhecido como stasis ou silêncio estrutural - que afeta a apreensão formal e a distinção de elementos hierárquicos no decurso de uma peça musical; (2) propor uma abordagem prática à solução do problema, implementada em um programa de computador dedicado à geração automatizada de peças musicais. As principais referências que fundamentam esta investigação são a *periodicidade generalizada* de Henri Pousseur e as *gestalts temporais* de James Tenney. A partir dessas referências, investiga-se a modulação do material por de funções periódicas de período curto – o que estabelece um caráter contínuo ao desenvolvimento musical e promove a direcionalidade. Em seguida, promovem-se rupturas nessa continuidade, de maneira a destacar regiões que se tornam pontos de referência para a percepção estrutural da forma musical.

Palavras-chave: Composição algorítmica. Forma musical. Espaço musical. Silêncio estrutural. Ergodicidade. Periodicidade generalizada. Gestalt temporal.

ABSTRACT

The present work has as its objectives: (1) to define and to analyse the compositional problem of *ergodicity* – also understood as *stasis* or *structural silence*, which influences the comprehension of form, as well as the discrimination of hierarchical elements in the course of a musical piece; (2) to propose a practical approach to the solution of the problem, and implement it in a computer program dedicated to automatized generation of musical pieces. The main references that support the investigative process are the *generalized periodicity* by Henri Pousseur and the *temporal gestalts* by James Tenney. From this theoretical standpoint, we investigate the prospect of composing with continuity and discontinuity. Our practical approach includes the modulation of the material based on short term periodical functions – in order to establish directionality and a continuous character to the musical development. Then, we promote the segmentation of this continuity, in order to highlight regions that become referential points to the structural perception of musical form.

Keywords: Algorithmic composition. Musical form. Musical space. Structural silence. Generalized periodicity. Ergodicity. Temporal gestalt.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda rede de apoio com que pude contar para a conclusão deste trabalho. Minha família foi fundamental para a manutenção de um ambiente afetivo a partir do qual pude lidar com limitações pessoais. Também quero agradecer mais pontualmente pessoas e instituições externas ao meu convívio. Agradeço à coordenação do programa de pós-graduação em música pela compreensão e solicitude ante ao hiato em meu trabalho, que tomou todo o ano de 2018. Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Clayton Rosa Mamedes, que, apesar de orientar outros trabalhos, dispensou enormemente seu tempo para me auxiliar na elaboração desta dissertação. Graças a sua dedicação redobrada foi possível concluir a redação em seis meses. Por último, presto um agradecimento formal à CAPES, cujo apoio financeiro foi instrumental para que houvesse dedicação exclusiva à condução desta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - GRAFOS REPRESENTANDO DUAS CADEIAS DE MARKOV COM ESTADOS IGUAIS, MAS COM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE TRANSIÇÕES.....	23
FIGURA 2 - DOIS EXEMPLOS DE MÉTRICA: MÉTRICA EUCLIDIANA E MÉTRICA "DO TAXI"	47
FIGURA 3 - ILUSTRAÇÃO DOS DIFERENTES CASOS EM QUE A ERGODICIDADE OCORRE	50
FIGURA 4 - ESQUEMA DA PRIMEIRA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO, SUBDIVIDIDA EM TRÊS PASSOS.....	65
FIGURA 5 - IMAGEM DE UM LÁPIS REFRACTADA PELA ÁGUA.....	67
FIGURA 6 - ESQUEMA DA SEGUNDA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO.....	68
FIGURA 7 - CURVA QUE RELACIONA CADA ALTURA A UM FATOR MULTIPLICATIVO.....	70
FIGURA 8 - ESQUEMA DA TERCEIRA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO	71
FIGURA 9 - ESQUEMA DE ANÁLISE DA PEÇA O QUE NÃO SE FOI NO EFEITO JOULE.....	76
FIGURA 10 - PIANO-ROLLS DE CINCO PEÇAS PRODUZIDAS POR NOSSO PROGRAMA	80
FIGURA 11 - PERFIS TONAIIS: REPRESENTAÇÕES DE PEÇAS DE MOZART (COLUNA ESQUERDA) E BEETHOVEN (COLUNA DIREITA).....	82
FIGURA 12 - PIANO-ROLLS DE UMA IMPROVISACÃO NO PIANO (PARTE SUPERIOR) E UMA PEÇA GERADA POR COMPUTADOR (PARTE INFERIOR).....	85
FIGURA 13 - ANALOGIA DE ESTRUTURA E SIGNIFICADO COMO MESMO OBJETO, VISTO DE MANEIRAS DIFERENTES.....	88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 O PROBLEMA DA ERGODICIDADE.....	19
2.1 EXPERIÊNCIA PRÁTICA.....	19
2.2 INDICAÇÕES DO PROBLEMA NA LITERATURA ESPECÍFICA.....	26
2.3 O PROBLEMA EM UM CONTEXTO MAIS AMPLO.....	34
2.3.1 A periodicidade generalizada.....	34
2.3.2 A <i>gestalt</i> temporal.....	40
3 A SOLUÇÃO: ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DE NOSSA PROPOSTA.....	53
3.1 CONTEXTO TEÓRICO: UNIFICAÇÃO E DIFERENCIAÇÃO/CONTINUIDADE E SEGMENTAÇÃO.....	53
3.2 EXPOSIÇÃO DO MÉTODO PRÁTICO.....	63
3.2.1 Etapa 1.....	64
3.2.2 Etapa 2.....	66
3.2.3 Etapa 3.....	69
3.3.4 Etapa 4.....	70
4 AVALIAÇÕES.....	73
4.1 ANÁLISE MUSICAL DA PEÇA <i>O QUE NÃO SE FOI NO EFEITO JOULE</i>	73
4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONTORNOS MORFOLÓGICOS.....	79
4.3 CONCLUSÃO.....	86
5 REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE 1 - CINCO PEÇAS GERADAS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE NOSSO PROGRAMA.....	95
APÊNDICE 2 - CÓDIGO.....	97
APÊNDICE 3 - PIANO ROLLS DE PEÇAS GERADAS.....	99

Página deixada em branco.

1 INTRODUÇÃO

Este é um trabalho prático de composição algorítmica. De maneira geral, buscamos a produção de peças integralmente geradas por computador e temos como objetivo específico criar um processo automatizado de estruturação formal – a composição de estruturas musicais de médio e grande porte. Faremos a seguir algumas distinções acerca do uso de computadores para a composição musical e, a partir disso, detalharemos nossa proposta. A primeira consideração a ser feita diz respeito ao objetivo estético.

A literatura em composição algorítmica indica que a maior parte dos trabalhos tratam da análise e da posterior reprodução de algum estilo musical (SANTANA, 2016; MIRANDA, 2002; NIERHAUS, 2009). Nesses trabalhos, elabora-se um sistema compositivo automatizado a partir de um repertório preexistente. A palavra composição, empregada nesse contexto, adquire sentido apenas porque ao fim do processo um conteúdo musical é produzido. No entanto, ao longo de seu desenvolvimento não são tomadas decisões explícitas do ponto de vista estético: as técnicas e princípios composicionais utilizados pelos autores desses trabalhos são, via de regra, desenvolvidos por outros compositores. Sendo assim, o resultado não é a criação de uma expressão poética própria, mas a reprodução de uma já estabelecida. Esses esforços são avaliados de acordo com a adequação do produto ante o corpo musical de referência. Fala-se, então, de *well-formedness*, ou seja, da conformidade com as regras (implícitas ou explícitas) que definem determinado estilo.

Outro tipo de prática em composição algorítmica é o que Gerhard Nierhaus (2009) chama de *composição genuína*. Ela envolve a confecção de programas de computador para a criação, parcial ou integral, de peças musicais originais. O trabalho desenvolvido nesta pesquisa se encontra nessa segunda categoria. Ele é, antes de tudo, um trabalho de criação – um esforço para modelar ideias musicais próprias.

Uma vez estabelecido o objetivo do sistema – a produção integral de peças musicais – é necessário esclarecer se essas peças se manifestam acusticamente ou de maneira simbólica. O produto de nosso sistema assume a segunda forma, se produzirá algo análogo à partitura musical. Com isso sinalizamos um limite para nossa prática: ela não envolve a interpretação das peças. Qualquer escolha a

respeito da execução das mesmas é exterior à confecção do sistema. Entretanto, definimos desde já algo a respeito da interpretação: ela será feita através de instrumentos virtuais. Esse modo de execução preserva a minúcia das relações musicais engendradas pelo sistema compositivo e que a fidelidade da reprodução automatizada fornece uma base invariável que nos permite pôr o modelo em perspectiva. Consideramos que:

[...] a representação simbólica da partitura não apresenta de fato a música, mas sim instruções para os músicos, que aprendem quais ações realizar a partir destes símbolos de forma a tocar a música (MIRANDA, 2002, p. 4, tradução nossa).¹

O trabalho que realizamos poderia ser definido, portanto, como uma síntese de partitura [*score synthesis*] (SUPPER, 2001). Em nosso caso, a partitura produzida consiste em uma lista de eventos musicais. Cada um desses eventos é representado por uma sequência numérica que envolve os parâmetros: momento de ataque (*onset*), altura, intensidade e duração. Portanto, não se trata de uma partitura convencional, mas da representação de dados por meio de uma estrutura própria.

Essa especificação incita uma reflexão quanto ao grau de intervenção humana durante o processo de composição, ou seja, quanto ao grau de controle direto que o compositor tem sobre o resultado musical. Isso é algo particular a cada proposta composicional. O âmbito da intervenção compreende desde a composição assistida por computador (CAC), na qual programas são utilizados apenas como auxiliares de alguma tarefa compositiva (AGON et al., 2006; BRESSON et al., 2008), até a realização da composição com o apertar de um botão, baseada apenas em parâmetros definidos de antemão, fornecidos no início da execução do programa ² (NIERHAUS, 2009; ROADS, 2015). A intervenção humana compreende, portanto, a negociação da quantidade de trabalho criativo direto que o compositor pretende empregar, envolve uma escolha de postura diante da relação entre os recursos computacionais e os resultados musicais produzidos. Alguns compositores preferem

¹ No original: [...] the symbolic representation of the score does not really present the music, but rather instructions for musicians who learn which actions to perform from these symbols in order to play the music.

² Isso foi chamado por Curtis Roads (2015, p. 348) de *batch mode composition*, referindo-se à maneira com que se trabalhava nos primórdios da computação: após a inserção do cartão com o programa a ser executado, ao usuário do computador só restava esperar pelo resultado – não havia interação com a máquina durante o processo.

preservar o controle sobre cada instância gerada, a fim de tornar seus resultados mais atraentes, como revelou Iannis Xenakis:

Quando eu usei programa como ST/4, ST/10 ou ST/48 para produzir música, o resultado algumas vezes carecia de interesse. Então eu tive que alterá-lo. Eu reservei esta liberdade para mim (XENAKIS em VARGA, 1996, apud ROADS, 2015, p. 350, tradução nossa).³

Por outro lado, também podemos observar a preferência por controlar a obra apenas indiretamente, a partir da revisão do modelo algorítmico:

Hiller e Barbaud aderiram a uma doutrina estrita de 'tudo-ou-nada'. Na visão deles, a partitura gerada por um programa de composição nunca deveria ser alterada ou editada à mão. Se o usuário não gostasse do resultado, a lógica do programa deveria ser alterada e rodada novamente (ROADS, 2015, p. 348, tradução nossa).⁴

Curtis Roads, ao apresentar o exemplo de Lejaren Hiller e Pierre Barbaud, promove um questionamento sobre as motivações por trás da composição algorítmica tomada de maneira estrita: qual o sentido em admitir modificações sobre o programa, mas rejeitar modificações sobre o material final? Não seriam a mesma coisa? Dessa maneira, ele questiona a razão de alguns compositores furtarem-se da edição dos resultados.

Porém, como o próprio autor afirmou, para alguns compositores "a composição é o próprio código do programa, não a música que ele produz" ⁵. Essa questão diz respeito a um objetivo poético significativo, não a um capricho quanto ao que se julga justo a respeito da intervenção. Os compositores intervêm em qualquer dos casos, um ponto comum a ambos é o fato de que sua interferência opera exclusivamente sobre o objeto de seu interesse. E nesse sentido podemos observar o surgimento do sistema compositivo como objeto artístico. Durante a realização deste trabalho, buscamos reduzir a intervenção sobre o material. Para nós, o sistema compositivo tomou o lugar da peça musical como obra a ser composta. Os procedimentos que elaboramos não definem apenas uma peça, mas uma classe de peças advinda de uma rede de possibilidades. Um novo objeto musical se manifesta

³ No original: *When I used programs to produce music like ST/4, ST/10, or ST/48, the output sometimes lacked interest. So I had to change [it]. I reserved that freedom for myself.*

⁴ No original: *Hiller and Barbaud adhered to a strict 'all-or-nothing' doctrine. In their view, the output score generated by a composition program should never be altered or edited by hand. If the user did not like the result, the program logic should be changed and run again.*

⁵ Ibidem, p. 349. No original: *Some have gone further, arguing that the composition is the program code itself, not the music it produces.*

cada vez que o programa é executado, trazendo em si as características de escritura implícitas no modelo. Portanto, a característica própria da escritura do programa estabelece uma base invariante entre suas realizações (COSTA, 2009, p. 47-50). Cada instância produzida mantém uma relação de equivalência com as demais; a identidade dessa obra artística será melhor compreendida quanto mais a equivalência entre instâncias for revelada. Esse conceito encontra paralelo nos estudos da linguística, em que a informação semântica é definida como “aquilo que fica invariável através de todas as operações reversíveis de codificação ou tradução”, numa palavra, como ‘a classe de equivalência de todas essas traduções’⁶ (SHANNON, 1951, p. 157 apud JAKOBSON, 1973, p. 84). Essa prática compositiva se assemelha à elaboração de uma estrutura musical aberta (ECO, 1991, p. 37-66), porque não se atém à determinação de eventos musicais fixos, mas ao detalhamento de um processo que apresenta graus de liberdade.

Um outro ponto de delimitação da nossa proposta diz respeito à aplicabilidade (ou generalidade) do programa. Um programa de composição algorítmica pode ser desenvolvido de forma a implementar uma poética específica, ou pode ser desenvolvido como uma ferramenta passível de adequações múltiplas, para contemplar o uso de diferentes compositores (ANDERS e MIRANDA, 2011). Os programas desenvolvidos de acordo com essa segunda abordagem primam pela generalidade. Buscam atender à demanda de compositores por um sistema que não limite sua criatividade e que facilite a implementação de qualquer modelo teórico⁷. Ao buscar a generalização, os programas concebidos tornam-se, por excelência, não-idiomáticos – eles minimizam o quanto a identidade do autor transparece nos resultados. Para nosso trabalho, no entanto, o viés do programador é essencial. As decisões restritivas tomadas durante a elaboração do modelo contribuem para caracterizar um campo estético particular. As peças geradas pelo programa estão inseridas nesse campo e, como não existe intervenção sobre elas, todo o desígnio artístico fica expresso nos limites desse campo de possibilidades. Com isso chegamos a uma questão importante, a questão estética.

A atuação efetiva sobre o sistema computacional implica a interação com a máquina na qual ele está sendo implementado. De maneira análoga às limitações na

⁶ A classe de equivalência define um conjunto de objetos que possuem uma relação de equivalência entre si; compreende relações de reflexividade, simetria e transitividade. A invariância ocorre quando as propriedades destes elementos equivalentes permanecem inalteradas entre suas diferentes transformações ou, em nosso contexto, realizações musicais.

⁷ Ibidem, p. 4.

transmissão da intenção do compositor aos executantes de suas peças, existem limitações quanto à transmissão de nossas intenções para o computador. Essas limitações podem existir por particularidades da linguagem de programação utilizada, pela familiaridade que o compositor tem com essa linguagem, por aspectos físicos da máquina, ou até mesmo por peculiaridades (efeitos colaterais) do próprio modelo. Todos esses fatores concorrem para delimitar o campo estético. Ficamos diante de uma “estética do erro”, que introduz um componente de indefinição ao resultado. Assim, o compositor fica entre incorporar a estética emergente e resistir a ela, travando um embate com o meio na esperança de domá-lo de maneira a exprimir sua intenção da maneira mais exata possível.

Apesar de a alternativa da resistência do compositor perante o meio tecnológico ser nobre, exibindo uma virtude frequentemente exaltada em música – a da prevalência da vontade artística sobre o material musical elusivo –, por vezes é desejável que incorporem as peculiaridades dos novos meios, em nome da eventual descoberta de um novo resultado sonoro. Trata-se de abraçar imprevistos em nome da descoberta de um novo meio expressivo (RIBEIRO, 2014).

Dentre todos os fatores de indeterminação, destacamos o referente ao próprio modelo composicional. Por modelo composicional entendemos um quadro conceitual que guiará as possibilidades de organização e as possíveis relações entre os elementos musicais⁸. Nesse sentido, enfatizamos a relevância da representação de entes musicais, ou seja, da maneira como esses entes são definidos. Acreditamos na premissa folclórica de termos poder sobre aquilo que conseguimos nomear. Dessa maneira, o desígnio de cada aspecto do fenômeno musical afeta a maneira com que compomos. Para além da questão objetiva da codificação da informação, a representação tem uma dimensão mais ampla. Trata-se da maneira como a música é imaginada, em um sentido ontológico. Nesta dissertação, nos dedicamos à contextualização das ideias que serviram como ponto de partida e alicerce para as estratégias compositivas que elaboramos. Enfatizamos a análise crítica dos conceitos que formam o ideário musical no qual nos baseamos. O quadro conceitual que suporta esta pesquisa foi inspirado em textos sobre o aspecto formal da composição musical, escritos por compositores da segunda metade do século XX. Nos fundamentamos majoritariamente em integrantes da dita "Escola de

⁸ Tal definição de modelo é adotada por Curtis Roads para definir estruturas rítmicas em composição de música eletrônica (ROADS, 2015, p. 136). Adotamos esse ponto de vista, expandindo-o para os demais parâmetros que organizam as estruturas musicais.

Darmstadt", a qual inclui nomes como John Cage (2015), Karlheinz Stockhausen, Iannis Xenakis (1992), Pierre Boulez (2016) e Henri Pousseur (2009).

Algo recorrente nos textos aos quais tivemos acesso é a interpretação do fenômeno musical como algo manifesto em um espaço conceitual, ou espaço musical. De acordo com essa ideia, há um espaço cujas dimensões correspondem aos parâmetros básicos do som – frequência, intensidade e duração. E nesse contexto, "um conjunto de valores paramétricos que caracteriza um elemento serve para localizar aquele elemento em algum 'ponto' nesse espaço multi-dimensional"⁹ (TENNEY, J.; POLANSKY, L., 1980, p. 211, tradução nossa). Do ponto de vista prático, a ideia de espaço musical permitiu que abordássemos o problema da estruturação musical como uma questão topológica. A partir daí pudemos pensar o ato compositivo em termos da articulação de agrupamentos de elementos, dispostos em um espaço tridimensional. Expusemos como a proposta deste trabalho se insere no quadro de possibilidades associado à composição algorítmica. Seguiremos definindo o problema composicional com o qual lidamos. No capítulo *O problema da ergodicidade*, introduziremos essa questão em três níveis. O primeiro diz respeito a como o problema se impôs à nossa prática, partindo de experiências particulares. O segundo nível refere-se ao modo como identificamos relatos do mesmo problema na literatura específica de composição algorítmica. O terceiro nível insere o problema em um contexto composicional que vai além da computação musical. Nesse apresentamos os trabalhos teóricos de dois compositores, Henri Pousseur e James Tenney, que abordaram de maneiras diferentes o problema que trazemos. Os dois trabalhos formaram a base teórica da prática que desenvolvemos.

O capítulo seguinte, *A solução: aspectos teóricos e práticos de nossa proposta*, tratará da solução do problema. Em um primeiro momento, faremos uma reflexão crítica a respeito da abordagem proposta por Pousseur e Tenney. Faremos considerações a respeito da natureza do problema formal/estrutural de maneira a explicitar o ideário por trás da solução prática. Dentre essas considerações, está uma discussão sobre o papel que a *continuidade* e a *segmentação* têm no tocante à estruturação. Na segunda seção desse capítulo descreveremos em quatro etapas nosso sistema compositivo. Enfatizaremos as ideias gerais que foram aplicadas ao

⁹ No original: "The set of parametric values characterizing an element serve to locate that element at some 'point' in this multi-dimensional space, and we can consider not only intervals between two such points [...], but also a *distance* between those points".

invés de promover um detalhamento quanto à implementação estrita (o que envolveria a discussão do código redigido).

O último capítulo traz a avaliação dos resultados obtidos. Primeiramente, analisaremos uma peça específica. Nessa análise forneceremos alguns dados sobre a implementação, comparando características objetivas da peça com as variações possíveis no programa. Em seguida a análise será conduzida por um mapeamento das partes que compõem a peça, com foco nas características subjetivas de cada uma e considerando suas funções no conjunto. A segunda parte desse capítulo analisará as representações pictóricas de algumas peças, relacionando suas características às etapas do sistema de composição. Uma generalização do contorno morfológico dessas representações será comparada a contornos referentes a peças de diferentes repertórios. Essa parte será pontuada por reflexões que assumem um tom conclusivo. A conclusão, de fato, virá na terceira parte do capítulo. Nela abordaremos diferentes *insights* a respeito do processo compositivo, ocorridos durante a realização da pesquisa.

Página deixada em branco.

2 O PROBLEMA DA ERGODICIDADE

[...] métodos de composição seriais, aleatórios e estocásticos frequentemente resultam em texturas que são *estatisticamente homogêneas* em algum nível hierárquico razoavelmente baixo. Uma típica resposta negativa a este tipo de situação formal (a qual eu em outro lugar chamei 'ergódica') é que, embora 'tudo esteja mudando, tudo permanece o mesmo' (TENNEY, J.; POLANSKY, L., 1980, p. 235, grifos do autor, tradução nossa).¹⁰

A citação acima expõe o principal problema investigado em nosso trabalho: o do desenvolvimento formal – em nosso caso, partindo da composição gerada por computador. Apresentaremos, primeiramente, a experiência prática que nos levou à consciência da situação formal *ergódica*. Na sequência, observaremos como a literatura de composição algorítmica alude ao problema. Por fim, o veremos sob um contexto musical mais amplo e exploraremos duas propostas teóricas: a *periodicidade generalizada* de Henri Pousseur e as *gestalts temporais* de James Tenney.

2.1 EXPERIÊNCIA PRÁTICA

O problema que motivou esta dissertação está presente desde as primeiras experiências que tivemos com composição algorítmica. No entanto, tratava-se de algo oculto que só foi identificado por ser recorrente nos inúmeros protótipos e pequenos programas que desenvolvemos. Esta seção é um relato sobre essas experiências, e sobre como decidimos por isolar essa questão.

No primeiro contato com programação, fomos apresentados a um gerador de números pseudorrandômico. A partir dele montamos um pequeno programa que realizava um sorteio de uma das doze alturas da escala cromática, que era então executada por um segundo. Em seguida, o programa realizava um novo sorteio, e esse processo se repetia indefinidamente. O fascínio pela aleatoriedade e pela automação nos levou a escutar aquilo por horas a fio. Como ocorriam sequências de intervalos montadas independentemente de qualquer predileção, havia a expectativa de que a qualquer momento pudesse surgir uma combinação de intervalos inusitada,

¹⁰ No original: [...] serial, aleatoric and stochastic compositional methods frequently result in textures which are *statistically homogeneous* at some fairly low hierarchical level. A typical negative response to this kind of formal situation (which I have elsewhere called 'ergodic') is that, although 'everything is changing, everything remains the same.

e isso nos mantinha atentos. Como o processo se repetia indefinidamente, estávamos seguros de que eventualmente aconteceria uma sequência melódica fortuita.

O anseio por ouvir algo que não sabíamos definir foi o motor de nosso processo criativo. Esse processo consiste no seguinte ciclo: geração de material musical, audição crítica e ajuste no método gerador. Durante a audição, avaliamos quão bem o resultado corresponde à expectativa. Essa expectativa se manifesta de uma forma intuitiva – não há definição formal do que se espera, nos guiamos apenas por um sentimento binário de satisfação ou frustração. Esse sentimento pouco definido se relaciona com o conceito de *afeto* da teoria de Leonard Meyer (1956): um impulso inconsciente surgido da não concretização de previsões a respeito do desenvolvimento musical. Há, porém, uma diferença entre a escuta musical enquanto fruição e a escuta enquanto criação musical. Trata-se de um componente de *vontade*. Ao ouvir o que o programa produzia, não esperávamos confirmar uma previsão do que seria executado em seguida, esperávamos a emergência de algo que condissesse com um desejo imponderável.

Além do componente da *vontade*, adicionamos aqui um princípio de Wassily Kandinsky. Em seu livro, *Do Espiritual na Arte*, ele afirma: "a harmonia das formas [quando da composição de um quadro] deve basear-se no princípio do contato eficaz com a alma humana" (KANDINSKY, 1996, p. 76). A isso Kandinsky denominou *Princípio da Necessidade Interior*. No mesmo livro o autor propôs um processo criativo no qual (1) se observa os efeitos psicológicos causados por diferentes configurações do objeto artístico; e (2) ajusta-se o objeto de acordo com a satisfação de uma meta que não é explícita, mas se manifesta como uma necessidade. Da mesma maneira, a avaliação do produto de nossos programas depende de um dado inconsciente, de uma espécie de volição artística.

No caso do experimento com sons aleatórios, a esperança de satisfazer essa necessidade era o que tornava a audição atraente. No entanto, a audição prolongada fez com que o "som aleatório" fosse, de certa maneira, aprendido, e o fascínio se perdeu. Algo peculiar ocorreu: durante as atividades cotidianas tínhamos a impressão de ouvir aquele som – como uma melodia que viesse à mente. Então, com a compreensão do efeito sonoro causado pela aleatoriedade, ficou claro que o sorteio de probabilidade uniforme não seria mais capaz de produzir algo satisfatório.

Então continuamos a experimentar o ambiente de programação, aprendendo sobre geradores numéricos de diferentes distribuições de probabilidade. Em seguida introduzimos o sorteio para outros parâmetros musicais, como duração e intensidade, mas, apesar disso, o resultado continuou a soar indiscriminadamente aleatório. Dessa maneira, pudemos notar na prática o conhecido fato de que a proporção com que cada nota aparece não faz tanta diferença quanto a tendência de transição entre elas, seus intervalos. Alterações probabilísticas absolutas não mudaram o caráter do conteúdo musical produzido. Um padrão que soasse diferente da aleatoriedade pura somente foi atingido após experimentarmos com cadeias de Markov.

Uma cadeia de Markov pode ser representada por uma tabela com probabilidades de transição entre diferentes estados ¹¹. Notamos que diferenças na estrutura dessas tabelas estavam associadas a um resultado sonoro particular – ou seja, mudanças na estrutura corresponderiam a mudanças de fácil reconhecimento no aspecto sonoro. Utilizando essa técnica, pudemos manipular padrões de sucessão de intervalos musicais. Ela lida com transições, e isso é consoante com uma característica musical forte. O uso dessa técnica para nosso nicho de composição se justifica porque essa é a técnica mais utilizada nesse contexto. As cadeias de Markov estão presentes em publicações sobre composição algorítmica desde 1956 (HILLER, 1959) até os tempos atuais (NIERHAUS, 2015).

No entanto, existem limitações no resultado obtido pelo emprego da técnica das cadeias de Markov. Hiller mencionou um estudo que utilizou tabelas de transição para modelar um conjunto de melodias de ninar. Ele observou a banalidade, via de regra, das melodias geradas a partir desse processo. Gerhard Nierhaus (2015), no primeiro caso relatado em seu livro *Patterns of Intuition*, também fala sobre os limites da utilização de cadeias de Markov. Nierhaus aponta que o problema de primeira-ordem¹² com a cadeia de Markov é que "o processo gerador não é sensível a regras ou probabilidades envolvendo um retrospecto mais longo do que até a nota precedente" (NIERHAUS, 2015, p. 19). Melodias geradas assim, por exemplo, carecem de um contexto musical mais amplo do que a transição imediata e

¹¹ Em nosso caso, esses estados representam parâmetros musicais. Se usarmos o exemplo das alturas, um estado poderia ser o dó central e outro estado poderia ser o mi bemol seguinte. A cadeia de Markov envolve as probabilidades da transição de um estado ao outro.

¹² A ordem de uma cadeia de Markov refere-se ao tamanho da sequência de elementos que um estado abrange. Uma cadeia de primeira ordem contempla apenas a transição entre elementos únicos (Ex: A -> C -> B).

apresentam "perigo de percebida aleatoriedade" (NIERHAUS, 2009, p. 74) – exatamente o que havia nos motivado a mudar de processo em primeiro lugar.

Enquanto isso, cadeias de Markov de ordens superiores tendem a repetir sequências do corpo musical que serviu de base para o modelo. A tendência é que "quanto maior a ordem, [...], é menos provável se encontrar transições alternativas", e o que era para ser geração de material se torna apenas reprodução. Discutiremos mais a respeito das limitações dessa e de outras técnicas na próxima sessão.

Inicialmente fizemos experimentos com cadeias de Markov de primeira ordem. Ainda que cadeias diferentes soassem como um padrão distinto, após certo tempo de execução ficava evidente a carência de um processo organizacional em um nível superior ao da composição nota-a-nota. Com a reprodução prolongada, o caráter estático retornava. Antes da introdução desse processo estocástico havia um sentimento de mesmice ante o resultado musical. A partir de sua implementação, foi satisfeito o anseio por mais estruturação, o que fez o resultado soar mais "musical". No entanto, essa foi uma satisfação momentânea.

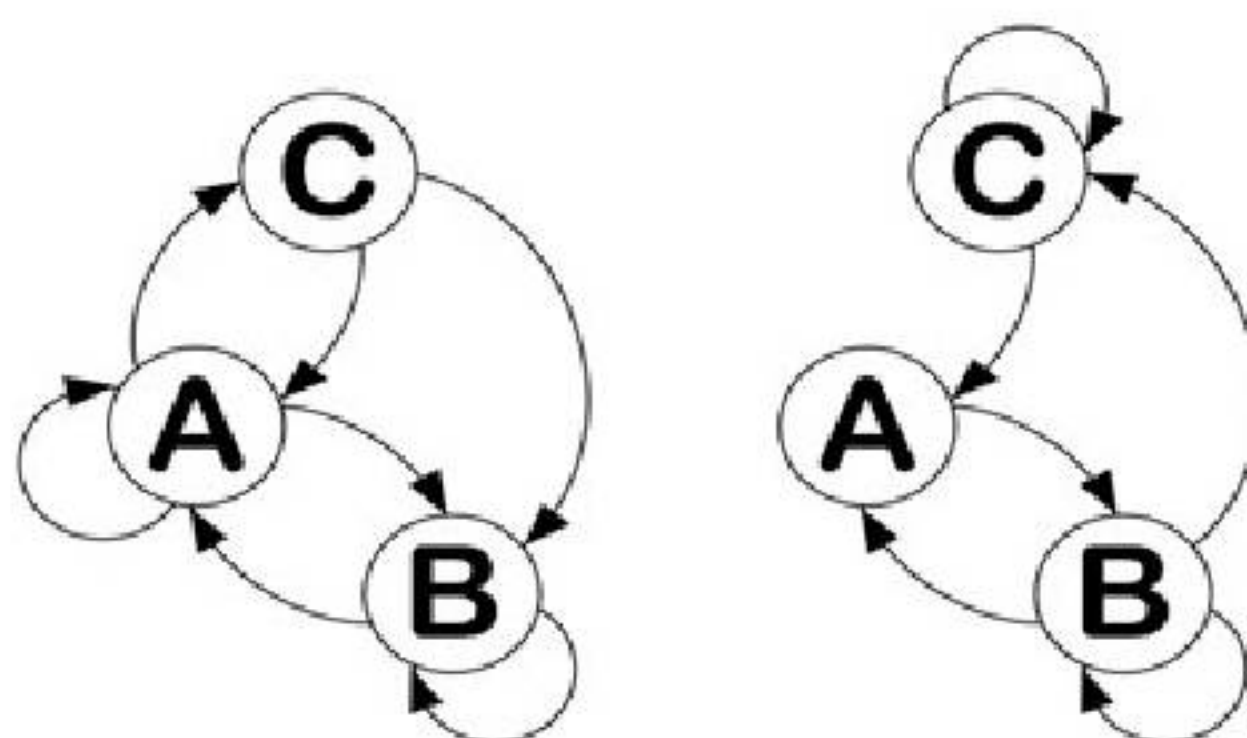
Um novo passo na direção da música que queríamos ouvir só aconteceu mais tarde, com a concepção de um gerador melódico que utilizava cadeias de Markov cujas probabilidades de transição variavam com o tempo. Hiller já apontava que "existem poucas músicas nas quais a flutuação das probabilidades de transição não ocorra de uma parte da composição para outra" (HILLER, 1959, p. 32). O próximo avanço para nossa experiência veio da implementação de meios "para controlar flutuações entre aleatoriedade e ordem durante o curso da composição" ¹³. Durante uma pesquisa de iniciação científica (SILVA, 2016), criamos o gerador melódico utilizado também na base deste trabalho. A proposta daquela pesquisa foi a formalização de um processo compositivo inspirado no princípio da incerteza. Segundo o princípio da incerteza ¹⁴, a natureza dual da luz impõe um limite na precisão com que algumas medições são feitas. A precisão tem uma relação inversa em grandezas chamadas *complementares*. Isso significa que se reduzirmos a incerteza na medição de uma característica do objeto estudado, aumentamos inevitavelmente a incerteza na medição de outra característica com a qual ela mantém a relação de complementaridade. O exemplo mais usual é o de um elétron, cuja posição só pode ser medida em detrimento da medição do *momento* (sua

¹³ Ibidem, p. 32.

¹⁴ Uma descoberta de Werner Karl Heisenberg.

tendência de movimento). Esse fenômeno não acontece por uma limitação na tecnologia de medição, mas é inerente à natureza dos objetos físicos. A primeira diretriz para a concepção de nosso gerador melódico foi definir quais parâmetros musicais seriam complementares. Devido ao caráter probabilístico do fenômeno representado, voltamos a atenção para os processos estocásticos que vínhamos utilizando anteriormente. Decidimos usar a própria estrutura das cadeias de Markov como parâmetro para expressar a incerteza. Baseando-nos nos "padrões aleatórios" descritos anteriormente – o caráter sonoro particular de um processo estocástico que associamos à configuração de alguma cadeia –, definimos os parâmetros complementares. A ideia era que dois padrões de parâmetros musicais alternassem inversamente entre uma configuração determinada – que os caracterizaria – e um estado de indeterminação. Os dois padrões utilizados são referentes, respectivamente, à sucessão alturas e à sucessão de células rítmicas.

FIGURA 1 - GRAFOS REPRESENTANDO DUAS CADEIAS DE MARKOV COM ESTADOS IGUAIS, MAS COM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE TRANSIÇÕES



FONTE: Do autor (2019).

Diferentemente da utilização usual das cadeias de Markov (NIERHAUS, 2009), essas não foram extraídas de um corpo referencial pré-existente, mas compostas individualmente – de maneira similar à composição tradicional. O gerador utiliza uma cadeia de Markov para as alturas de notas e outra para a sucessão de células rítmicas. A menção ao princípio da incerteza foi feita porque as estruturas das tabelas de transição eram definidas de maneira inversa: ao passo que a cadeia das alturas de notas é executada conforme designado, a cadeia de células rítmicas tem sua tabela de transição modificada de maneira aleatória. Ao longo da geração

melódica a cadeia de alturas se desorganiza, enquanto sua contraparte rítmica se torna cada vez mais próxima de sua designação original.

Segundo a teoria da informação, a *informação* é uma grandeza referente à quantidade de graus de liberdade de um sistema, correspondendo ao número de escolhas que podem ser feitas. A partir daí "cada restrição imposta na liberdade de escolha resulta em um decréscimo de informação" (HILLER, 1959, p. 23). Com referência a esse conceito, no caso do gerador melódico poderíamos dizer que temos duas estruturas relacionadas inversamente quanto à quantidade de informação. O mínimo de informação em uma estrutura (que acontece durante a configuração pré-determinada) coincide com o máximo de informação na outra.

Em nossa jornada por aumentar o interesse evocado pelo material musical gerado por processos aleatórios, esse foi um passo lógico. Viemos da conscientização da existência de um padrão sonoro aleatório para a possibilidade de se obter padrões diferentes (através das tabelas de transição) e, em seguida, para uma técnica que possibilitava a manipulação desses próprios padrões, produzindo um desenvolvimento musical mais dinâmico. Esse é o relato de um processo pessoal de descoberta. Embora nossa implementação tivesse algumas características particulares, essas ideias são utilizadas na composição musical ao menos desde a segunda metade da década de 1950. Elas foram consideradas já no primeiro memorial de composição algorítmica (HILLER, 1959). Lejaren Hiller mencionou, inclusive, a possibilidade da própria ordem ser usada como parâmetro composicional (HILLER, 1959, p. 16), e foi isso que implementamos.

Apesar do gerador melódico adicionar mais uma camada de complexidade ao processo, as melodias geradas não soavam como algo completo, mas como fragmentos melódicos. A razão estava na falta de qualquer indício estrutural que estabelecesse o arquétipo de princípio-meio-e-fim. Não havia indicação de momentos musicais distintos, seja por sugestão tonal, rítmica ou de acentuação. Perceber isso foi o prenúncio da consciência do problema de estruturação musical que trataremos aqui. À época, a estratégia para lidar com essa questão veio da hipótese de que uma crescente complexidade dos processos composicionais seria acompanhada por resultados sonoros cada vez mais satisfatórios. Essa noção figurou na pesquisa seguinte, a partir da qual desejávamos introduzir uma lógica mais robusta ao processo, reestruturando as melodias a partir de uma abordagem

contrapontística. Sendo assim, desenvolvemos um gerador de contraponto atonal a quatro vozes.

No ano de 2016 criamos um programa para compor contraponto a quatro vozes. Essa formação foi uma referência ao trabalho de Lejaren Hiller (1959) – cujo livro nos influenciou significativamente quanto à abordagem metodológica. Assim como o trabalho de Hiller, o sistema que fizemos era *baseado em regras*. Em sistemas como esse, regras que reduzem o conjunto de resultados possíveis são elaboradas e implementadas. Assim como em tratados de composição, essas restrições definem progressivamente as características que o material deverá ter para estar em conformidade com a classe de resultados esperados. Dessa maneira, a preocupação principal que tivemos foi com a criação do corpo de regras que daria forma ao material musical. O processo criativo se baseou na manipulação desse corpo, que era avaliado através da escuta do conteúdo musical consequente.

Ao fim da pesquisa de geração de contraponto, ainda não tínhamos atingido a meta de criar um sistema capaz de compor integralmente uma peça musical. Tínhamos métodos para produzir material musical, porém sem articulação no tempo, sem forma. O primeiro gerador havia sido baseado em um processo randômico sem memória. Em termos estruturais, nele o conteúdo musical era montado em seu nível mais elementar. Seu ciclo de produção era repetido instantaneamente, a cada transição de nota. O programa seguinte – o de contraponto – introduziu ciclos de produção mais longos em termos da quantidade de material produzido antes da lógica do programa começar a se repetir. Entretanto, a abrangência do método de composição estava aquém de contemplar o nível estrutural requerido para uma peça completa.

O produto do programa de 2016 era uma longa faixa polifônica dotada de certa movimentação imediata, porém desprovida de forma em um contexto temporal mais abrangente. Uma conclusão importante vinda daquele trabalho foi a não correspondência entre a complexidade da lógica interna do material e o sentido musical – no que concerne ao desenvolvimento formal da peça. Antes, havia a hipótese de que a implementação de uma lógica contrapontística bastasse para definir integralmente uma peça musical. No entanto, essa dimensão lógica não se traduziu estruturalmente. De maneira análoga, alguns exemplos de música serial mais rígida quanto a seus princípios ordenadores apresentam um caráter estático ¹⁵,

¹⁵ Como é o exemplo de *Structures* de Pierre Boulez, citado por Pousseur (2009, p. 91).

como veremos mais adiante. Nesse sentido, entender essas questões formais se tornou um passo essencial para criar um programa que compusesse uma peça musical completa.

2.2 INDICAÇÕES DO PROBLEMA NA LITERATURA ESPECÍFICA

O problema de estruturação musical com que nos deparamos é pouco discutido na literatura sobre composição algorítmica. Se "um dos grandes problemas não resolvidos nessa área é a geração de estruturas multicamadas coerentes: mesoforma e macroforma" ¹⁶ (ROADS, 2015, p. 361, tradução nossa), por que a carência de uma investigação mais profunda sobre o assunto? Como veremos, isso não se dá por pouca relevância do tema, mas pelas características de algumas propostas de trabalho da área.

Uma das características do material bibliográfico a respeito de computação musical é uma postura descritiva e catalográfica. Livros como *Computer Music* (DODGE; JERSE, 1997) e os mais específicos *Composing Music with Computers* (MIRANDA, 2002) e *Algorithmic Composition* (NIERHAUS, 2009) fornecem dados detalhados a respeito de técnicas empregadas na composição gerada por computador – alguns vão ao extremo de recapitular os primórdios da matemática. Além disso, eles elencam uma série de exemplos de trabalhos realizados utilizando cada uma das técnicas descritas. No entanto, dentre esses trabalhos são raros os que oferecem uma reflexão acerca de questões musicais levantadas por seus resultados.

Parte disso se dá porque os "procedimentos de composição algorítmica são [...] usados principalmente no campo da imitação de estilo" (NIERHAUS, 2009, p. 262, tradução nossa). Ademais, "a maioria dos trabalhos mencionados foram desenvolvidos nos campos das ciências naturais e humanas" ¹⁷. Nesse sentido, o foco dos pesquisadores seria simplesmente avaliar o desempenho de determinada técnica empregada no cumprimento da tarefa compositiva e, dessa forma, qualquer falha em atingir o resultado musical esperado seria atribuída ao algoritmo ou sua implementação e o fato era apenas registrado – sem uma análise

¹⁶ No original: "One of the great unsolved problems in algorithmic composition is the generation of coherent multilayered structures: mesoform and macroform."

¹⁷ Ibidem, p. 262. No original: "procedures of algorithmic composition are [...] mainly used in the field of style imitation" [...] "The majority of the works mentioned have been developed in the fields of human and natural sciences".

aprofundada a respeito de consequências musicais que os dados pudessem sugerir. Em outras palavras, as preocupações dos pesquisadores nesse tipo de trabalho não são as de um compositor, mas as de um musicólogo, e esses relatos refletem isso.

Da mesma maneira, "compositores publicando material sobre seus métodos algorítmicos são uma ocorrência rara"¹⁸. Nierhaus (2009) sugere que isso se dê pelo receio acerca da desmistificação das obras, causada pela explanação dos métodos empregados – um mágico nunca revela seus truques.

Os trabalhos existentes sofrem ainda com uma dificuldade na avaliação dos resultados, e isso é uma característica comum na área. Um critério de avaliação objetivo só é viável em casos de imitação de um estilo consolidado, onde basta conferir o quão bem o material gerado se encaixa nas especificações. Diferentemente, a composição algorítmica abordada de maneira criativa precisa ser avaliada de forma subjetiva e, por muitas vezes, a linguagem utilizada nas avaliações não é clara. Nierhaus dá exemplos específicos: "'depois de treinamento suficiente, a forma de tocar de GenJam pode ser caracterizada como competente, com bons momentos'; 'A maioria das peças musicais criadas soou muito razoável'; 'as composições de SICOM são comparáveis às de um jovem estudante com o primeiro grau em análise e composição'"¹⁹ (NIERHAUS, 2009, p. 269, tradução nossa).

Outro fator que dificulta a categorização do problema da stasis estrutural por parte de alguns compositores é a amplitude do uso da composição algorítmica, isto é, o quanto o computador está envolvido no processo compositivo. Nos casos em que o compositor utiliza o computador para gerar materiais que serão sujeitos à manipulação direta, alguns aspectos metodológicos por trás dessa manipulação se manterão inconscientes – o próprio compositor tapa buracos na lógica computacional, solucionando manualmente qualquer problema formal, e por isso deixa de notar eventuais falhas nesse sentido.

O problema estrutural em questão também escapa aos usuários de programas dedicados a aspectos composicionais isolados, em oposição a programas integrados a sistemas. Pela simplicidade ou especificidade de alguns programas, resultados repetitivos podem ser relevados. Em casos assim, mesmo

¹⁸ Ibidem, p. 263. No original: "Composers publishing material on their algorithmic methods is rather a rare occurrence".

¹⁹ No original: "'After sufficient training, GenJam's playing can be characterized as competent with some nice moments.' [1, p. 6]; 'Most musical pieces created sounded very reasonable.' [10, p. 7]; 'SICOM compositions are comparable to a young student's with the first degree of Analysis and Composition.' [9, p. 6]". Indicações entre chaves do original.

que a questão chegue a atenção do responsável pelo programa, ela é minimizada pela suposição de que o problema poderia ser solucionado com a inclusão de processos complementares – ou seja, que a complexidade de um processo afetaria diretamente a questão estrutural. Essa era a segurança que tínhamos²⁰ ao hipotetizar que a composição de polifonia resultaria em uma peça com forma definida. Feitas essas considerações, é hora de discutirmos o que existe de fato sobre o assunto na literatura de composição algorítmica.

Papadopoulos e Wiggins (2000) oferecem um panorama com ênfase crítica a respeito dos resultados de diversas técnicas de composição algorítmica, apontando algumas desvantagens em cada técnica. Esse trabalho foi publicado pela *School of Artificial Intelligence*, do departamento de informática da Universidade de Edimburgo, o que talvez explique a linguagem pouco precisa dos autores em questões concernentes à música. Assim, temos que interpretar o significado de algumas conclusões, mas essas vão de acordo com algo que acreditamos estar relacionado com nosso problema.

No uso de métodos estocásticos, como cadeias de Markov, uma das desvantagens apontadas pelos autores é sua falha em lidar com o fato de que "os desvios da norma, e como esses são incorporados na música, são um aspecto importante [da composição]". Ainda importante: com essas técnicas "é difícil capturar níveis musicais mais elevados ou mais abstratos"²¹ (PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000, n.p., tradução nossa). Isso se relaciona com a observação de Nierhaus de que a "desvantagem de modelos de Markov resulta da sua ordem fixa", pois "na maioria dos casos [o modelo] não é capaz de descrever suficientemente o contexto"²² (NIERHAUS, 2009, p. 91, tradução nossa). Aqui está uma expressão importante: "contexto". Em ambos os casos os autores se referem à falha desses modelos em trabalhar com diferentes níveis hierárquicos.

Uma cadeia de Markov de primeira ordem só opera em transições de nota-a-nota, e qualquer estrutura que contenha mais de dois elementos é perdida na análise estatística. Por outro lado, uma cadeia de maior ordem – digamos, quinta ordem – registra unidades formais maiores, mas o escopo desse registro é fixo, e ambas as relações de ordem inferior (como pequenos motivos) e superior (como

²⁰ Vide seção anterior.

²¹ No original: "[...] the deviations from the norm and how they are incorporated in music is an important aspect (it is difficult to capture higher or more abstract levels of music)"

²² No original: "Another disadvantage of Markov models result from their fixed order [...] in most cases, [the model] is not able to describe the context sufficiently."

frases maiores) são perdidas. Por agir somente em um nível formal, o material gerado por essa técnica se torna uma sucessão indistinta de unidades do mesmo porte. Não existe algo que relacione uma parte do material à outra, e assim se justifica a observação de que falta contexto.

Como dito anteriormente, melodias produzidas por cadeias de Markov foram, desde muito cedo, consideradas banais (HILLER, 1959). Agora está claro que "esses padrões sonoros banais [...] operam em apenas um nível de organização: eles carecem de macroestrutura narrativa, desenvolvimento, organização seccional e macroforma"²³ (ROADS, 2015, p. 297, tradução nossa). Programas como o nosso, baseados nessa técnica, produzem exemplos musicais que "começam sem uma abertura formal e continuam mecanicamente *ad infinitum*, sem levar em conta forças superiores operando sobre a superfície sonora"²⁴. Outras técnicas, porém, foram consideradas de maneira similar.

Além de palavras relacionadas às noções de estrutura e forma, a carência estrutural também é associada a um problema de *significado*. O julgamento feito por Papadopoulos e Wiggins acerca da técnica das gramáticas generativas é de que ela "pode gerar um grande número de vetores musicais de qualidade questionável"²⁵ (PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000, n.p., tradução nossa). Uma objeção quanto à técnica é o fato de que "implementações musicais de gramática [generativa] não fazem grandes alegações a respeito da semântica das peças musicais".²⁶ Eles concluem que "a grande desvantagem da maioria, senão todos, os modelos computacionais (em graus variados) é que a música que eles produzem não tem sentido"²⁷.

A questão do sentido por trás de uma obra musical composta por computador é tão ampla que não poderíamos nos dedicar a ela sem desviar-nos desnecessariamente do que tratamos aqui. Hiller (1959) já se absteve graciosamente de dar prosseguimento a essa questão, e seguiremos o mesmo exemplo. A respeito do assunto, faremos apenas uma conjectura a favor da

²³ No original: "These banal sound patterns, however, operate on only one level of organization; they lack narrative macrostructure, development, sectional organization, and macroform. They start without formal opening and continue mechanically *ad infinitum*, without taking into account higher forces operating above the sonic surface".

²⁴ Ibidem.

²⁵ No original: "Usually a grammar can generate a large number of musical strings of questionable quality".

²⁶ Ibidem.

²⁷ Ibidem.

interpretação de que esse *sentido* emergiria da percepção e da reação às relações internas da peça musical (MEYER, 1956). A esse respeito, Roads sugere que "o significado musical está introjetado e codificado nos muitos parâmetros musicais simultâneos, ou dimensões"²⁸ (ROADS, 2015, p. 285). Se "o significado comunicado por um sistema formal é, essencialmente, ele mesmo" e "seu significado é uma 'amarração' de ideias e experiências" (LOY, 1991, p.34 apud COELHO DE SOUZA, 2013, n.p.), a falta de uma estrutura formal acarretaria a carência do significado percebido.

"Alguns compositores de música composta algoritmicamente consideram a narrativa de seus trabalhos (i.e., seus significados ou o que eles articulam) ser o desvelar de um processo matemático"²⁹ (ROADS, 2015, p. 322). No entanto, aqui não atribuímos esse *significado* à lógica abstrata, ao componente racional. Nos referimos à emergência do *sentido*, fruto das mesmas relações hierárquicas discutidas anteriormente. Isso fica expresso na afirmação de que o "contexto é a chave do significado"³⁰. Dessa forma, a falta de sentido se daria pelo mesmo motivo da falta de contexto estrutural, estaríamos diante do mesmo fenômeno.

Quanto às técnicas como algoritmos genéticos, ou autômatos celulares, a objeção de Papadopoulos e Wiggins diz respeito às dificuldades de implementação e não a características do material em si (PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000). O motivo é que "a arquitetura dessa classe de algoritmos promove a produção de um grande número de segmentos de pequena-forma"³¹ (NIERHAUS, 2009, p. 182). Esses também são procedimentos "altamente adequados para o conceito de composição processual"³². Nesse sentido, qualquer afirmação sobre a qualidade de estruturas de maior porte seria inadequada. Observações nessa linha, que evidenciam o problema da *forma*, voltam a aparecer na discussão a respeito das redes neurais³³.

²⁸ No original: "Musical meaning is embedded in layers and encoded in many simultaneous musical parameters or dimensions".

²⁹ No original: "Some composers of algorithmically composed music consider the narrative of their works (i.e., their meanings or what they articulate) to be the unfolding of a mathematical process".

³⁰ Ibidem, p. 327.

³¹ No original: "the architecture of this class of algorithms promotes the production of a large number of small form segments in generation of musical structure."

³² Ibidem.

³³ Trata-se de uma técnica de processamento que imita a forma como os neurônios operam. Nessas redes, cada unidade neuronal possui uma barreira de ativação. Os sinais de intensidade superior à barreira de um neurônio ativam-no, e ele transmite o sinal para os neurônios com que tem contato. Essa técnica tem sido muito utilizada no processamento de imagens, em tarefas como a identificação de um objeto específico em uma imagem.

Os autores da crítica citam um trabalho em que "Mozer (1994) gerou melodias usando redes neurais que, como ele afirma, 'são preferíveis sobre composições geradas por uma tabela de transição de terceira-ordem', mas ainda 'sofrem de uma falta de coerência global'³⁴ (PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000, n.p.). Aqui podemos notar o que Nierhaus disse a respeito da linguagem usada na avaliação de processos algorítmicos. Dizer que algo é "preferível" é uma afirmação altamente dependente da intenção do autor do trabalho e, a não ser que ela seja definida detalhadamente, teremos dificuldades em dar o peso adequado à alegação. No entanto, nos focuemos na referência a uma "falta de coerência global": o que é esse problema senão o da estrutura em larga escala? Isso fica mais explícito na indicação de que:

Enquanto elas (redes neurais) são capazes de capturar com sucesso a estrutura superficial de uma passagem melódica e produzir novas melodias nas bases do conhecimento adquirido, elas, em grande parte, falham em captar as propriedades musicais de alto nível (TOIVIAINEN, 1999, apud. PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000).

Papadopoulos e Wiggins dizem ainda que "a representação do tempo não pode ser tratada de forma eficiente, mesmo com as redes neurais que têm *feedback*"³⁵ (PAPADOPOULOS; WIGGINS, 2000, n.p.). No entanto, é importante observarmos que se trata de um trabalho de 2000, e que até recentemente as redes neurais eram consideradas uma curiosidade computacional de utilidade limitada. O desenvolvimento das *deep neural networks* desencadeou, na primeira metade desta década (de 2010), uma revolução na área. Desde então, essas redes de múltiplas camadas se tornaram um avanço extraordinário em aplicações de inteligência artificial, e hoje representam um dos campos mais promissores na ciência da computação. Essas técnicas de *deep learning* ³⁶ "se tornaram o padrão *de facto* desde que as redes neurais convolucionais mostraram um resultado de destaque na competição ImageNet, em 2012"³⁷ (CHO et al., 2016, n.p.).

³⁴ No original: "Mozer (1994) generated melodies using ANNs which, as he states, 'are preferred over compositions generated by a third-order transition table' but still 'suffer from a lack of global coherence'".

³⁵ No original: "The representation of time can not be dealt efficiently even with ANNs which have feedback".

³⁶ O termo refere-se ao uso de redes neurais de muitas camadas de neurônios (profundidade). O emprego dessas redes "profundas" possibilitou a solução de problemas insolúveis até então, isso renovou o interesse dos cientistas da computação pela técnica das redes neurais.

³⁷ Tradução nossa. No original: "In the field of computer vision, deep learning approaches became de facto standard since convolutional neural networks (CNNs) showed break-through results in the Im-

Assim podemos compreender o que Roads (2015) quis dizer ao apontar a composição da meso e macroformas como uma grande questão para a composição algorítmica³⁸, mas o autor associa o problema que apontamos a uma estratégia compositiva em particular. Uma estratégia compositiva dita *bottom-up* é aquela cuja estruturação parte dos eventos sonoros elementares em direção à peça musical íntegra, avançando progressivamente por escalas estruturais de porte maior. Enquanto a composição não-computadorizada proporciona uma liberdade na mudança de escopos composicionais, na composição algorítmica a ordem das operações deve ser bem definida. O compositor humano pode alternar entre contextos micro e macro, ou até mesmo considerar diferentes escalas simultaneamente; no entanto, o computador só pode aplicar essa postura dinâmica caso seja explicitamente programado para isso. É na abordagem *bottom-up* que Roads identifica a fonte dos problemas estruturais discutidos até aqui. Segundo o autor, "estratégias estritamente *bottom-up* tendem a ser limitadas por um tipo de pureza conceitual que privilegia algoritmos de baixo nível e subestima o processo narrativo que transparece em escalas temporais mais elevadas" (ROADS, 2015, p. 298)³⁹. Em termos similares aos usados anteriormente, ele diz que "a estrutura superficial produzida por um algoritmo de baixo-nível pode ser bastante 'complicada' [...] ao mesmo tempo em que carece de estrutura hierárquica"⁴⁰. Apesar dessa associação do problema estrutural com a estratégia compositiva *bottom-up*, cabe notar que ele não está restrito a uma abordagem específica; o *silêncio estrutural* não é exclusividade de uma postura compositiva.

Como veremos mais adiante, nosso problema não se restringe à composição algorítmica, está presente na composição de maneira geral. Antes de prosseguirmos, destaco uma dimensão mais abstrata do fenômeno discutido, no que concerne à repetição. Visto por uma ótica fenomenológica, estamos tratando do momento em que uma peça nos soa repetitiva. Muito foi dito a respeito do conceito de repetição. No livro *Música e Repetição*, o autor e compositor Silvio Ferraz (1998) discorre sobre o tema em seus mais variados aspectos, a partir de referências à

geNet competition in 2012"

³⁸ Vide o primeiro parágrafo desta seção.

³⁹ Tradução nossa. No original: "Strict bottom-up strategies tend to be limited by kind of conceptual purity that privileges low-level algorithms and underemphasizes narrative processes transpiring on higher timescales".

⁴⁰ Ibidem. Tradução nossa. No original: "The surface structure produced by a low-level algorithm can be quite 'complicated' [...] while lacking a rich hierarchical structure". Note que esta observação vai de encontro à conclusão da última seção.

música do século XX. E, ao falar sobre a forma como a repetição na música serial opera, Ferraz diz que:

se compreendermos a repetição como uma noção que se estenda a qualquer elemento que retorne num determinado sistema, [...], podemos dizer que a repetição no pensamento serial dá-se como uma *repetição conceitual* (FERRAZ, 1998, p. 20).

A ideia de "repetição conceitual" está ligada aos métodos algorítmicos. Em quase todos os procedimentos que conseguimos formalizar, a iteração está presente. Alguns processos requerem que ações sejam repetidas até que uma condição seja atingida. A receita de bolo é um exemplo usual para explicar o que é um algoritmo, porque traz instruções como "bata a massa até certo ponto". Isso ilustra um elemento básico para qualquer programa: a iteração, também referida como *loop*. Iannis Xenakis observou que "uma regra significa um procedimento finito ou infinito, sempre o mesmo, aplicado a elementos contínuos ou discretos. Essa definição implica a ideia de repetição, de recorrência no tempo" ⁴¹ (XENAKIS, 1992, p. 258). Ou seja, para uma regra existir "ela deve ser aplicável diversas vezes" ⁴²; está implícita uma propriedade periódica ao próprio conceito de regra. No caso da composição algorítmica, os procedimentos que geram o material musical realizam *loops* de instruções composicionais.

A extensão do processo reiterado define um escopo compositivo. Não faz sentido pensarmos em contextos musicais mais abrangentes do que aquilo que é coberto pelas instruções. No caso das cadeias de Markov, o que é reiterado é o ato do sorteio: se for definida uma nota a cada sorteio, teremos um conteúdo musical baseado em ciclos cujo período é de apenas um intervalo. Assim, toda a lógica compositiva operaria em um nível imediato.

No exemplo do gerador de contraponto que mencionamos na seção anterior, o programa se baseava em um ciclo maior: a lógica por trás da composição era repetida em blocos (trechos melódicos de aproximadamente quatro segundos de duração). Dentro desses blocos havia direcionalidade, e neles cada configuração intervalar tinha uma função própria. No entanto, bloco após bloco, não havia diferença significativa entre eles, e assim que aprendíamos os princípios gerais que

⁴¹ No original: "A rule or law signifies a finite or infinite procedure, always the same, applied to continuous or 'discrete' elements. This definition implies the notion of repetition, of recurrence in time".

⁴² Ibidem.

organizavam cada bloco, encarávamos novamente o mesmo problema de estatismo. Logo, do sorteio imediato (no caso de nosso gerador melódico) ao ciclo mais elaborado (no caso do gerador de contraponto), o tempo necessário para que se percebesse a repetição aumentou. Porém ainda ficamos longe da solução para o problema – apenas adiamos o tédio.

2.3 O PROBLEMA EM UM CONTEXTO MAIS AMPLO

Partimos do processo pessoal de tomada de consciência a respeito do problema estrutural, e percebemos que ele está presente no campo da composição algorítmica como um todo. Nas próximas seções analisaremos duas reflexões teóricas: a periodicidade generalizada de Henri Pousseur (2009) e as *gestalts* temporais de James Tenney (1980), reflexões que contemplam essa questão estrutural como um problema composicional de maneira geral, transportando o problema para além do âmbito da composição algorítmica.

2.3.1 A periodicidade generalizada

Na última seção vimos como a música algorítmica se relaciona com a *stasis* estrutural. O potencial para a reprodução por tempo indefinido é uma característica dos processos generativos. Para lidar com esse problema, precisamos entender melhor tais processos. A prática musical generativa precede a utilização de computadores para atividades composicionais. Portanto, voltamos a atenção para essas experiências – particularmente, o serialismo integral e a música aleatória. Tão opostas quanto aspirassem ser quanto ao controle do compositor sobre a obra, podemos dizer que "as duas vertentes levaram a novas maneiras de pensar sobre música, que enfatizam os processos generativos que dão suporte às origens de uma peça"⁴³ (MIRANDA, 2002, p. 57). No contexto dessas vertentes composicionais, observamos um paradoxo: elas atingem um resultado sonoro similar, apesar de estarem em lados radicalmente opostos na questão da determinação no processo criativo. Em que aspecto as peças de ambas soam parecidas? E teria isso relação com a característica dos processos generativos que apontamos?

⁴³ No original: "However opposed, both trends have led to new ways of thinking about music, which emphasises the generative process that underlie the origins of a piece, be they random or highly controlled".

O compositor Henri Pousseur (2009) se debruçou sobre o contrassenso de que uma peça musical altamente organizada pudesse soar como uma composta através de processos aleatórios. Na música serial integral, "exceção feita às próprias medidas e regras, nada parece ter sido deixado aos cuidados da intenção livre" (POUSSEUR, 2009, p. 89). No entanto, se nos fiarmos apenas na percepção, sem meios analíticos, "o que percebemos é justamente o contrário desse tipo de ordenação. Justamente em casos em que as construções mais abstratas são aplicadas, não raro temos a impressão de estar diante dos resultados da ação de algum princípio aleatório"⁴⁴.

Pousseur utiliza *Structures* de Pierre Boulez como exemplo e considera que em alguns momentos ela apresenta "movimentos desprovidos (do ponto de vista do observador) de qualquer significação individual"⁴⁵. Se lembrarmos das críticas a processos algorítmicos apontados na seção anterior, reconheceremos a queixa da carência de "significação". Assim como na observação de Gérard Griséy (1987), de que descontinuidade e informação excessivas "focam nossa atenção no momento presente, previnem-nos de fazer qualquer retrospectiva e põem um *mute* em nossa memória"⁴⁶ (GRISÉY, 1987, p. 253), a complexidade da peça de Boulez oferece "uma grande resistência à apreensão unitária e à memorização distintiva" (POUSSEUR, 2009, p. 89). Pousseur associa essa situação ao termo *equiprobabilidade*, dizendo que, em casos como esse, "a qualquer momento, qualquer coisa pode acontecer, ao menos para a percepção"⁴⁷.

Em *Structures*, a distribuição do material explora constantemente toda a faixa de variação possível. Em nome da manutenção do ideal da não-polarização, em cada parâmetro musical o intervalo entre um ponto e outro é maximizado, garantindo assim a anulação das associações horizontais. Isso neutraliza as relações canônicas, usuais na música serial, que desde seu estabelecimento tinham uma função unificadora importante. Resta apenas a distribuição estatística como conexão entre elementos. Dessa forma, "o ouvido tampouco pode discernir [...] qualquer parentesco (aliás, tampouco qualquer diferença) figural impactante" (POUSSEUR, 2009, p. 91). Essa estratégia da indiferenciação serve à agenda da abolição de toda hierarquia musical – que aqui é levada às últimas consequências. Poderíamos

⁴⁴ Ibidem.

⁴⁵ Ibidem, p. 92.

⁴⁶ No original: "Excessive discontinuity and excessive information focus our attention on the present moment, prevent us from taking any kind of retrospective view, and put a mute in our memory!".

⁴⁷ Ibidem.

afirmar que, no serialismo integral, "a eliminação de relações hierárquicas no âmbito dos parâmetros simples do som dificultou o controle de contrastes, o que resultou também no nivelamento e consequente *stasis* completa de uma superfície sonora homogênea" (FERRAZ, 1998, p. 26, grifos do autor).

Pousseur considera que "as disposições seriais rigorosas que regulam aqui os menores detalhes parecem [...] não ter função positiva" (POUSSEUR, 2009, p. 92). Apesar das consequências formais serem pronunciadas nesse caso, "determinar até que ponto uma estruturação complexa afeta a percepção de uma maneira não-negativa"⁴⁸ (GRISÈY, 1987, p. 245) é um desafio compositivo considerável. É possível dizer que controlar parcimoniosamente o uso da repetição e da diversidade é "uma das questões mais difíceis em composição" (MIRANDA, 2002, p. 13). No entanto, no caso de *Structures*, não estamos diante de um equívoco nesse balanceamento. Boulez buscou conscientemente a imprevisibilidade extrema, e ele próprio afirma em seus escritos "sua intenção de manifestar a irreversibilidade essencial do tempo, e isso significa, com toda evidência, uma negação da periodicidade, de toda repetição, não importa quão variada ela seja"⁴⁹.

A intenção por trás do esforço em negar a periodicidade é explorada por Pousseur em *A Questão da Ordem na Música Nova* (2009), através de uma retrospectiva que remonta à "ordem clássica", para a qual o autor cita as *Variações Goldberg* como a epítome da simetria e periodicidade em meio às quais a música ocidental floresceu. Pousseur faz essa retrospectiva a partir de uma análise dos momentos ideológicos pelos quais a sociedade europeia passou desde a Idade Média até o século XX. Para o autor, a música tonal está inserida no contexto de um *espírito do tempo* cartesiano. Gerações à frente, já "no subjetivismo romântico, o indivíduo não vibra mais em uníssono com um universo que ele deveria dominar completamente" (POUSSEUR, 2009, p. 96). Isso desaguou no início do período do expressionismo de Schoenberg, que é permeado pelo sentido de "perda de toda e qualquer fé numa possível harmonia"⁵⁰. Com o dodecafonismo, Pousseur vê a emergência do conflito da periodicidade em música.

Entre os extremos da periodicidade clássica e da aperiodicidade serial-integral, Pousseur aponta a música de Anton Webern como um exemplo de

⁴⁸ No original: "One of the most arduous tasks for the composer will be to determine up to what point complex structuring affects perception in a non-negative way".

⁴⁹ Ibidem.

⁵⁰ Ibidem.

equilíbrio. Nesse momento, o autor faz menção a algo de suma importância para sua hipótese, sugerindo que o acerto de Webern era devido ao fato de que o compositor "se recusou a se opor ao transcurso do tempo", "reconheceu definitivamente sua autonomia" e, além disso, de que "só podemos nos comunicar com as coisas na distância de sua transitividade, na alternância obrigatória de presença e ausência" ⁵¹. Voltaremos a esse ponto mais à frente, onde falaremos do movimento implicado por essa transitividade.

Os compositores do pós-guerra propuseram "como uma de suas primeiras obrigações liquidar aquilo que consideravam ainda como os resíduos de uma retórica caduca" ⁵² – desafiando todas as formas de polarização. Esses objetivos foram alcançados, embora com consequências imprevistas. O projeto de Boulez, com *Structures*, era fazer o teste definitivo da área limítrofe da estruturação musical. Segundo Pousseur, "essa obra representava uma espécie de 'zero absoluto' de sua pesquisa, uma prova de fogo (ou de frio)" (POUSSEUR, 2009, p. 99). O autor indica, inclusive, que era intenção de Boulez dar à peça o nome *No Limite do País Fértil*. Após a conclusão da obra, o compositor teria se liberado para seguir uma via composicional "menos estritamente negativa" ⁵³.

Sobre a exploração dos limites estruturais, seguiremos a tendência de Pousseur em contextualizar esses desenvolvimentos musicais, associando-os ao imaginário coletivo de uma época. Nesse sentido, apontaremos para ideias vindas das ciências naturais. Essas ideias vêm dos paradoxos inerentes aos limites micro e macro da Física, que se tornaram um item cultural do século XX e encontram paralelos em nossas questões: em situações extremas, em que uma massa praticamente infinita se encontra concentrada em um espaço infinitesimal (como ocorre em buracos negros), a própria realidade física se torna imponderável; é o que conhecemos por *singularidade* – um fim do tempo e do espaço. De maneira análoga, a música pode ser levada a extremos que descaracterizam ela própria. Pousseur afirma que a "pesquisa da *indeterminação*" ⁵⁴ pode ser levada a cabo, em direção à assimetria total. No entanto, quanto mais se aproxima dessa situação, mais a música mergulha em "uma total *impotência formadora*" ⁵⁵ – o caso-limite

⁵¹ Ibidem.

⁵² Ibidem, p. 99.

⁵³ Ibidem, p. 100.

⁵⁴ Ibidem.

⁵⁵ Ibidem.

coincidiria com o ponto do fenômeno musical em que a própria definição de música estaria em cheque, no qual se alcançaria uma *singularidade*.

Pousseur dá o diagnóstico de que o serialismo integral se aproxima do *silêncio estrutural* por vias da exploração equânime de toda a faixa de variação disponível para cada parâmetro individual. Nesse sentido, "o emprego contínuo de todas as possibilidades [...] tem por consequência um desgaste bastante rápido das capacidades de renovação, revelando um potencial de variação bastante baixo"⁵⁶. Aqui a descontinuidade é tão pronunciada que a percepção do ouvinte opera em uma escala temporal imediata, dificultando até mesmo o estabelecimento de relações entre notas contíguas. Esta "descontinuidade absoluta só prenderá nossa atenção por um tempo extremamente limitado"⁵⁷ (GRISÈY, 1987, p. 256). Pousseur aponta que, "paradoxalmente, a constatação de uma descontinuidade crescente e a tentativa de considerá-la fundamento da atividade artística dotava o projeto [serial integral] de uma continuidade fluida e indeterminada" (POUSSEUR, 2009, p. 113). Além disso, "a fluidez absoluta, liberada de toda localização diferenciadora, a fluidez realmente indeterminada e indiscernível, seria comparável ao próprio nada"⁵⁸.

Tanto no caso do serialismo, quanto no da música aleatória, a *stasis* é atingida pelo excesso de informação. A relação entre as duas vertentes, que deu início à nossa discussão, só se torna paradoxal por questões extramusicais – como ideais sobre o controle do material –, mas isso não tem base no resultado sonoro de cada proposta. No entanto, o excesso de informação não encerra os casos em que a *stasis* se manifesta, pois ela também figura no lado oposto do espectro. O mesmo efeito de indiferenciação estrutural pode ser provocado pela redundância, pela constante repetição de um material fixo. Diante disso, temos um outro eixo de oposição entre estéticas, dessa vez entre o serialismo e a música minimalista.

Ferraz aponta que "sem a percepção da diferença o minimalismo sucumbe numa *stasis* mais insuportável do que aquela que [La Monte] Young apontava no serialismo" (FERRAZ, 1998, p. 35). O autor diz que no minimalismo "as diferenças nascem não da dessemelhança, como no serialismo, mas da sensibilização que se opera ao longo da escuta do objeto repetido"⁵⁹ (não poderíamos falar, igualmente, em *dessensibilização*?).

⁵⁶ Ibidem, p. 100.

⁵⁷ No original: "Absolute discontinuity will only hold our attention for an extremely limited time".

⁵⁸ Ibidem, p. 114.

⁵⁹ Ibidem.

Em relação a essas duas manifestações do fenômeno estrutural estático, poderíamos fazer uma analogia com o efeito psicológico causado pelo som senoidal e pelo ruído branco, quando escutados por longos períodos. Embora cada um represente um extremo na escala de complexidade devido à quantidade de parciais, ainda assim, quando executados continuamente, ambos são silenciados em nossa consciência – fundem-se gradualmente ao ruído ambiente. Podemos, portanto, falar em "dois pólos de tédio, pela falta ou pela saturação de informação" ⁶⁰ (GRISÈY, 1987, p. 245). A manutenção do interesse gerado por uma peça se dá através de seu trânsito por estágios intermediários entre esses polos de complexidade de ordenação. Para Xenakis, "o discurso sonoro é nada mais que a flutuação perceptual da entropia⁶¹ em todas suas formas⁶²" (XENAKIS, 1992, p. 76). Ele aponta que a percepção dessa entropia não é algo facilmente mensurável, mas que a "sucessão ou protocolo de tensões e relaxamentos de todo grau [é o] que comumente excita o ouvinte na direção contrária à da entropia"⁶³.

Para darmos movimento a algo estático, precisamos de transições entre diferentes estados de ordenação – os "protocolos de tensões e relaxamentos" aos quais Xenakis se referiu. No entanto, existem limites físicos para essas transições." O movimento só pode ser para nós, fundamentalmente, alternado. Evoluímos sempre num espaço *finito*; quando uma transformação se desenvolve em certo sentido, encontra cedo ou tarde um limite concreto, para ela intransponível" (POUSSEUR, 2009, p. 114). Nesse sentido, não podemos manter um estado de movimento sem servir-nos da *periodicidade*. E a necessidade da alternância entre os limites superior e inferior da extensão de um parâmetro pode ser *generalizada* para todas as dimensões do fenômeno musical. Se admitirmos que "existem 'dissonâncias' e resoluções em todos os parâmetros musicais" (BERRY, 1987, apud. ROADS, 2015, p. 327) e que a transição contínua entre esses estados está relacionada à impressão de movimento, começamos a entender o porquê da *stasis* ocorrer na suspensão da periodicidade.

⁶⁰ No original: "One of the most arduous tasks for the composer will be to determine up to what point complex structuring affects perception in a non-negative way. On either side of such a point are two poles of boredom due to lack or saturation of information".

⁶¹ *Entropia* refere-se à quantificação da desordem em um sistema. Em nosso contexto (baseado na teoria da informação), ela é sinônimo de *informação*.

⁶² No original: "In fact sonic discourse is nothing but a perceptual fluctuation of entropy in all its forms".

⁶³ *Ibidem*. No original: "It is rather a succession or a protocol of strains and relaxations of every degree that often excites the listener in a direction contrary to that of entropy".

Para Pousseur, a periodicidade está presente em todos os aspectos do fenômeno musical. Uma ideia parecida foi explorada por Stockhausen em *The unity of musical time* (ROADS, 2015), onde o compositor "propôs uma abordagem integrada para a composição temporal. Como ele aponta, o contínuo da frequência acústica é seccionado pela percepção humana em um número de fenômenos diferentes"⁶⁴ (ROADS, 2015, p. 150). Nesse sentido, as diferentes dimensões musicais seriam parte de um mesmo fenômeno ondulatório, diferindo apenas na escala temporal de suas oscilações.

A periodicidade generalizada de Pousseur trata a estruturação musical sob a ótica da síntese de áudio. Segundo ele, a forma com que cada parâmetro musical de uma peça se organiza pode ser descrita por uma onda complexa. Sendo assim, podemos pensar o ato compositivo como o de operar sobre essas ondas estruturais – modulando-as, modificando seu formato. A partir dessa perspectiva, poderíamos evitar as situações de *stasis* estrutural ao nos conscientizarmos da periodicidade, controlando-a de maneira judiciosa. Para tanto, o autor prescreve a economia na exploração dos limites de cada parâmetro musical. Falaremos mais sobre a solução proposta por Pousseur no próximo capítulo. Antes, veremos como outro compositor enxergava a estruturação musical. Trata-se de James Tenney, que abordou o problema da *stasis* por um ponto de vista distinto.

2.3.2 A *gestalt* temporal

Os compositores do pós-guerra foram notáveis quanto à interdisciplinaridade. Eles lançaram mão de conceitos de outras áreas do conhecimento para auxiliá-los na exploração dos limites da expressão musical. O século XX foi marcado por mudanças de paradigma nas mais diversas matérias. Assim, esses compositores dispuseram de um repertório vasto de ideias, as quais foram usadas para reinterpretar conceitos musicais estabelecidos e explorar conceitos novos. Um breve exemplo disso pode ser observado na ideia da "quebra do ⁶⁵som" em seus constituintes elementares, um conceito importante para a música eletrônica. Ela é

⁶⁴ No original: "Stockhausen's text 'The unity of musical time' proposed an integrated approach to temporal composition. As he points out, the acoustical frequency continuum is broken into a number of different phenomena by human perception".

⁶⁵ "*The splitting of the sound*". Esta ideia foi apresentada por Stockhausen na palestra *Four Criteria of Electronic Music* como uma base conceitual para o desenvolvimento de sua peça *Kontakte*. A palestra pode ser acessada em <https://www.youtube.com/watch?v=7xyGtI7KKIY> (acessada pela última vez em 29/11/2019).

uma metáfora da fissão nuclear, a quebra do átomo, ideia cuja potência tornou-se patente em sua consequência mais terrível: a bomba atômica. Dentre os conceitos que foram apropriados por teóricos da música e compositores, são recorrentes os relacionados à Teoria da Informação, à Fenomenologia e à Gestalt.

O trabalho que abordaremos nesta seção faz referência a esses conceitos – em especial à *gestalt* – para refletir sobre a percepção de estruturas no tempo, e também propõe um método analítico quantitativo do qual nos apropriamos para tentar responder à nossa questão composicional. A primeira parte desta seção é descritiva. Ela segue a linha de raciocínio do artigo no qual nos baseamos, no sentido de expor cronologicamente o desenvolvimento de sua hipótese principal. Essa exposição serve para que notemos as principais mudanças entre o trabalho anterior do mesmo autor e sua reformulação. Seguido a esse primeiro momento, apontaremos pontos em que o trabalho citado dialoga com nosso próprio trabalho.

James Tenney (1980) começa o artigo *Temporal Gestalt Perception in Music* com uma comparação que ilustra o que dissemos sobre a interdisciplinaridade. Ele afirma que "para o historiador, tempo não é o 'contínuo' do físico teórico, mas uma rede de momentos hierarquicamente ordenada"⁶⁶. Enquanto para Pousseur (2009) o tempo era uma grandeza contínua, associável a um eixo ordenado, Tenney entendia que havia uma estrutura hierárquica que se estendia sobre o tempo. Nesse sentido, ele diz que "para o músico, uma peça musical não consiste meramente de um fluxo inarticulado de sons elementares, mas uma rede hierarquicamente ordenada de sons, motivos, frases, passagens, seções, movimentos, etc" (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 205). Ou seja, o tempo seria composto por "intervalos de tempo cujas barreiras perceptuais são determinadas em grande parte pela natureza dos sons e configurações sonoras que ocorrem em seu interior"⁶⁷. Esses espaços de tempo têm a característica de serem "internamente coesos e externamente segregados"⁶⁸ dos espaços vizinhos de mesma categoria hierárquica. Tenney chama esses intervalos de *temporal gestalt-units*, o que poderia ser traduzido como "unidades de gestalt temporal", termo abreviado como TGs.

⁶⁶ Tradução nossa. No original: "For the historian, *time* is not the undifferentiated 'continuum' of the theoretical physicist, but a hierarchically ordered network".

⁶⁷ Ibidem. Tradução nossa. No original: "for the musician, a piece of music does not consist merely of an inarticulate stream of elementary sounds, but a hierarchically ordered network of sounds, motives, phrases, passages, sections, movements, etc.- i.e., time-spans whose perception boundaries are largely determined by the nature of the sounds and sound-configurations occurring within them".

⁶⁸ Ibidem.

Com o artigo Tenney se propõe a especular sobre a aplicação de princípios da psicologia da *gestalt* ao tempo musical a partir de uma postura fenomenológica, preenchendo uma lacuna na literatura da época. O autor formula algumas questões a serem respondidas: "até que ponto os fatores envolvidos na percepção da *gestalt* temporal são *objetivos*, possuindo alguma relação mensurável com as propriedades acústicas dos próprios sons?"⁶⁹ (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 206, grifos do autor) E, caso haja fatores objetivos, seria possível "*prever* onde as fronteiras da TG seriam percebidas, se alguém souber a natureza dos eventos sonoros que ocorrerão?"⁷⁰. Tenney responde a essas perguntas através da elaboração de um método objetivo para a análise estrutural de peças musicais. Esse método foi implementado por ele em um programa de computador. E apesar de Tenney elaborar suas heurísticas partindo de uma abordagem calcada na percepção, mais tarde o autor generaliza seus resultados como um matemático o faria, para chegar a um algoritmo sucinto.

Em seu livro *Meta+Hodos* (1988), Tenney já havia abordado o tema da aplicação musical dos princípios gestálticos, embora de uma maneira mais prosaica. Nesse livro, ele elegeu os princípios da *similaridade* e da *proximidade* como critérios para a formação perceptiva de um *clang* (um agrupamento estrutural)⁷¹. A proximidade se referiria ao afastamento dos objetos no tempo e a similaridade diria respeito ao intervalo, nos demais parâmetros musicais, entre dois elementos contíguos. A definição formal foi esta:

Em uma coleção de elementos sonoros, aqueles que são *simultâneos* ou *contíguos* tenderão a formar *clangs*, enquanto separações relativamente maiores no tempo produzirão segregação, outros fatores sendo iguais. Aqueles que são *similares* (com respeito aos valores em algum parâmetro) tenderão a formar *clangs*, enquanto a dissimilaridade relativa produzirá segregação, outros fatores sendo iguais⁷² (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 207.)

⁶⁹ Tradução nossa. No original: "To what extent are the factors involved in temporal gestalt perception *objective*, bearing some measurable relation to the acoustical properties of the sounds themselves?"

⁷⁰ Ibidem. Tradução nossa. No original: "[...] to *predict* where the TG boundaries will be perceived, if one knows the nature of the sound-events that will occur?"

⁷¹ Em ordem crescente, Tenney dá nomes aos níveis hierárquicos, tendo início nos elementos – TGs que não seriam divisíveis em estruturas menores. Em seguida temos os *clangs* – compostos de dois ou mais elementos. Dois ou mais *clangs* formam uma sequência, sucessivamente passando por segmentos e seções, respectivamente. O último nível hierárquico é a própria peça, embora o autor conceba a possibilidade de continuar a abstração com movimentos, ou até mesmo a *oeuvre* de determinado compositor.

⁷² Tradução nossa. No original: "In a collection of sound-elements, those which are *simultaneous* or *contiguous* will tend to form clangs, while relatively greater separations in time will produce

No artigo de 1980, o autor aponta alguns problemas com a primeira formulação. Em primeiro lugar, segundo ele, "os princípios, como foram firmados, não são 'operacionais', mas meramente descritivos" (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 207)⁷³. Isto é, não havia sido estabelecido um procedimento claro para quantificar essas relações; foram apenas apontados quais fatores seriam relevantes ao problema. Em segundo lugar, a "'similaridade' não havia sido definida de forma precisa, exceto pela referência a 'valores em algum parâmetro'" ⁷⁴. Os intervalos em cada parâmetro eram considerados de forma independente, o que "impunha uma limitação severa acerca da gama de exemplos cujas estruturas gestálticas poderiam ser previstas"⁷⁵. Por último, "as primeiras formulações se referiam a apenas um nível hierárquico, o agrupamento de *elementos* em *clangs*" (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 207), nada era afirmado quanto à percepção dos demais níveis estruturais.

Os primeiros passos dados por Tenney no sentido da quantificação de sua análise gestáltica foram mudanças de mentalidade. Uma delas diz respeito a uma inversão na "ênfase dos efeitos unificadores de proximidade e similaridade, para os efeitos segregadores de segmentação temporal e dissimilaridade paramétrica". Embora enxergar agrupamentos em termos da proximidade de seus elementos seja, na prática, equivalente a enxergá-los através da segregação, essa mudança evidenciou o papel definitivo que a distância entre elementos teria em sua análise estrutural.

Aliada a isso esteve a ideia de que qualquer processo pautado na percepção deveria ser pensado em termos do passar do tempo, e não como uma atividade de análise extratemporal. Na análise tradicional, temos uma visão completa da partitura e podemos percorrê-la livremente. No entanto, quando ouvimos uma peça de música não temos uma representação clara do todo. Experimentamos cada momento, alheios ao que se seguirá e contando com uma memória inferior em termos de retenção de detalhes, à representação da partitura. Sendo assim, o autor

segregation, other factors being equal. Those which are *similar* (with respect to values in some parameter) will tend to form clangs, while relative dissimilarity will produce segregation, other factors being equal".

⁷³ Tradução nossa. No original: "... the principles as stated were not 'operational', but merely descriptive".

⁷⁴ Ibidem.

⁷⁵ Ibidem, p. 208.

⁷⁶ Ibidem, p. 208. Tradução nossa. No original: "[...] a shift of emphasis from the unifying effects of proximity and similarity to the segregative effects of temporal separation and parametric dissimilarity".

concluiu que a delimitação dos *clangs* deveria ser baseada tão somente na identificação do momento de início de cada um deles, conforme o tempo progride.

Com essas duas considerações – do foco na segregação de elementos e da formação de agrupamentos pela indicação do instante de seu início –, Tenney propôs uma nova formulação do método de identificação de *clangs*, baseado na máxima local da diferença paramétrica entre um elemento e seus vizinhos. Ou seja, um novo *clang* seria indicado pelo ponto em que um intervalo paramétrico é maior que o intervalo anterior e o intervalo seguinte. A nova definição ficou desta forma:

Em uma sucessão monofônica de elementos, um clang tenderá a ser iniciado perceptualmente por um elemento que difira do elemento anterior por um intervalo (em algum parâmetro) maior do que aqueles (intervalos inter-elementos) imediatamente o precedendo e sucedendo, 'outros fatores sendo iguais' (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 209, tradução nossa).⁷⁷

Anteriormente, o parâmetro temporal era considerado em separado, mas na nova definição o intervalo de tempo foi incluído no contexto genérico de um intervalo "em algum parâmetro". Veremos mais adiante que essa unificação representou um passo importante na direção de uma definição igualmente aplicável a todos os níveis hierárquicos (além do *clang*). Porém, apesar da simplificação na última definição do método analítico, cada parâmetro ainda era visto de forma individual. Dessa maneira, deveria-se considerar o intervalo em cada um deles para encontrar os pontos de cisão. Mas como lidar com situações em que a cisão em um parâmetro não condiz com a cisão em outro? Era necessária "uma forma de combinar ou integrar as magnitudes intervalares de todos os parâmetros em uma só medida de mudança ou diferença"⁷⁸. Essa unificação já vinha sendo discutida em uma concepção estendida de ritmo.

É comum considerarmos o tempo uma grandeza central no que concerne a estrutura ou forma de uma peça musical. O tempo "é o esqueleto da estrutura musical, do microtempo das formas de onda ao macrotempo da forma musical" (ROADS, 2015, p. 139). O ritmo, enquanto organizador do tempo ganha, assim,

79

⁷⁷ No original: "In a monophonic succession of elements, a clang will tend to be initiated in perception by any element which differs from the previous element by an interval (in some parameter) which is *greater than those* (inter-element intervals) *immediately preceding and following it*, 'other factors being equal'".

⁷⁸ Ibidem.

⁷⁹ Tradução nossa. No original: "Rhythm is the skeleton of musical structure, from the microtime of waveforms to the macrotime of musical form".

destaque. John Cage observou que "[falar em] ritmo na instância estrutural é [falar sobre] relações entre comprimentos de tempo" (CAGE, 2015, p. 64) ⁸⁰. O compositor chegou a sugerir que basear-se no ritmo seria a forma *correta* de estruturação musical – em detrimento de uma estruturação baseada no campo das alturas, por exemplo. De maneira simplificada, "o domínio da forma envolve a colocação de materiais musicais no tempo"⁸¹ (MIRANDA, 2002, p. 8). Entretanto, a função estrutural do tempo não vem dele enquanto parâmetro individual, mas como articulador dos mais diversos aspectos do fenômeno musical.

Como vimos, no início do trabalho de Tenney sobre unidades gestálticas temporais o autor fez uma distinção entre o papel do tempo e o papel dos demais parâmetros na delimitação dessas unidades. O estabelecimento inicial dessa distinção se deu, em parte, pela associação tempo-estrutura citada acima, e em parte por causa da própria adoção da *gestalt* como referência. Ao especular sobre a equivalência em música para os diversos princípios gestálticos referentes à interpretação de elementos pictóricos é natural que o autor procure por uma correspondência de um-para-um entre as duas áreas. Quanto mais pontos em comum, mais potente será a metáfora estabelecida. Nesse sentido, a primeira postulação de Tenney foi sintética, pois, dentre os princípios da *gestalt*, contemplou apenas dois: *similaridade* e *proximidade*.

Apontamos duas posturas distintas que Tenney poderia ter assumido quando se propôs a solucionar o problema: por um lado, ele poderia perseguir a analogia exaustiva entre um campo e outro, designando para cada princípio gestáltico um paralelo em música; por outro, ele poderia perseguir o ideal da economia de hipóteses, se concentrando em atingir a teoria mais sintética possível. Tenney agiu de acordo com o segundo caso, se esforçando para abandonar qualquer ponto supérfluo de sua conjectura.

O último movimento de Tenney, no sentido de simplificar seu modelo, foi adotar o conceito de *espaço musical*. O compositor apontou que esse conceito vem "sendo empregado por psicólogos experimentais há muitas décadas" (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 211) e que se tratava de um "espaço psicológico ou perceptual

⁸⁰ Tradução nossa. No original: "[...] rhythm in the structural instance is relationships of lengths of time".

⁸¹ Tradução nossa. No original: "[...] the domain of form involves the placing of musical materials in time".

multidimensional"⁸². A utilização desse conceito em música é, de fato, antiga. Webern falava sobre "o espaço que uma ideia musical pode ocupar" ⁸³ (WEBERN, 1963, p. 18) se referindo à adoção da polifonia como a ampliação de um espaço musical. A geração pós-weberniana adotou largamente o conceito espacial, talvez influenciados pela música eletrônica. John Cage afirmou que "a situação disponibilizada por esses meios [eletrônicos] é essencialmente um espaço musical total, cujos limites são determinados somente pelo ouvido, a posição de um som em particular neste espaço sendo a resultante de cinco determinantes" ⁸⁴ (CAGE, 2015, p. 9). Ele elencou os parâmetros essenciais do som como sendo as dimensões desse espaço, porém a quantidade de dimensões no espaço musical não é determinada. Poderíamos dizer que, "de um ponto de vista composicional, música é um espaço n-dimensional, no sentido de que não existem limites intrínsecos para o tipo e número dos parâmetros independentes que o compositor pode manipular" ⁸⁵ (ROADS, 2015, p. 289). Tenney considerava que a falta de uma relação clara entre os diferentes parâmetros era prejudicial para a aplicabilidade de sua fórmula. Para ele, o fato de seu procedimento ter que ser repetido para cada parâmetro e também o fato de a fórmula não prever uma maneira de combinar esses valores indicava que a solução ideal ainda não tinha sido atingida. A solução veio com mais um ponto de interdisciplinaridade: Tenney transformou o conceito vago de espaço musical em um *espaço métrico* musical.

A ideia de espaço métrico vem da topologia e refere-se à associação de um conjunto de elementos a uma métrica, formando um par ordenado⁸⁶ (M, d) , onde M é o conjunto e d é a métrica. Esse conjunto M poderia ser o conjunto de todos os pontos do espaço musical (da forma como este já vinha sendo concebido), cada ponto⁸⁷ definido pelos parâmetros básicos do som – como sugerido anteriormente na

⁸² Ibidem. Tradução nossa. No original: "The solution to this problem involves a [...] *multidimensional psychological or perceptual 'space'*"

⁸³ Tradução nossa. No original: "We should and must talk about the *space* a musical idea can occupy".

⁸⁴ Tradução nossa. No original: "The situation made available by these means is essentially a total sound-space, the limits of which are ear-determined only, the position of a particular sound in this space being the result of five determinants: frequency or pitch, amplitude or loudness, overtone structure or timbre, duration, and morphology [...]. By the alteration of any of these determinants, the position of the sound in the sound-space can move to become a sound at any other point."

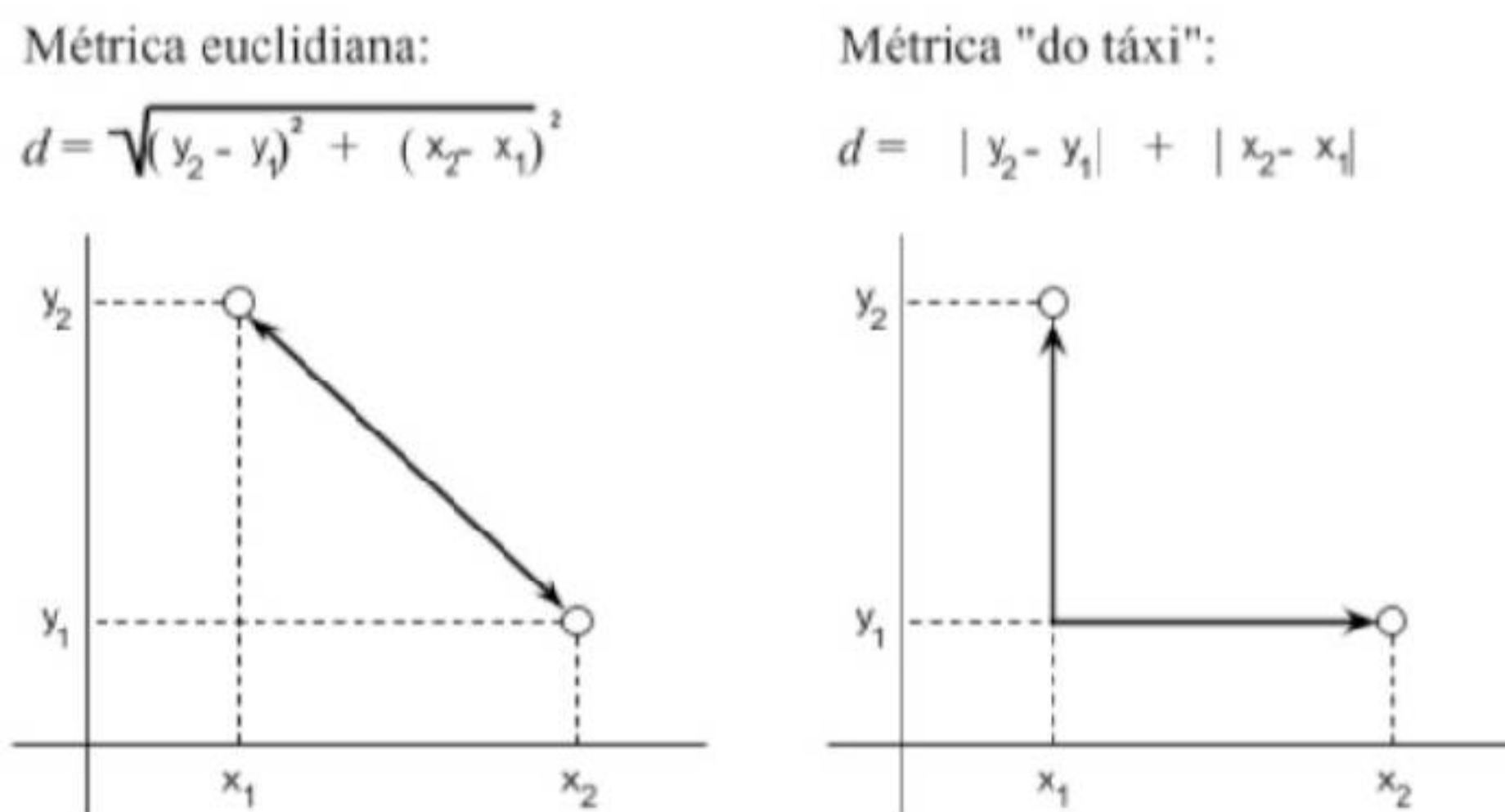
⁸⁵ Tradução nossa. No original: "From a compositional point of view, music is an n-dimensional design space, in the sense that there are no intrinsic limits on the type and number of independent parameters that a composer can conceive of and manipulate".

⁸⁶ Um par ordenado é uma associação de dois elementos em que a ordem na qual eles aparecem é relevante.

⁸⁷ Em um espaço bidimensional, um ponto é definido pelo par ordenado (x, y) . Em um espaço musical tridimensional, poderíamos definir um ponto como sendo uma sequência ordenada de três valores,

citação de Cage⁸⁸. A vantagem de um espaço-métrico sobre a concepção anterior de espaço está no estabelecimento de d , a métrica.

FIGURA 2 - DOIS EXEMPLOS DE MÉTRICA: MÉTRICA EUCLIDIANA¹ E MÉTRICA "DO TAXI"²



FONTE: Do autor (2019).

¹ Métrica baseada no teorema de pitágoras;

² Métrica também conhecida como "city-block", baseada na soma dos intervalos nos dois eixos.

A métrica é uma função para medir a distância entre dois elementos de M (ou dois pontos no espaço). Trata-se de uma expressão matemática, uma fórmula para medir a distância entre dois pontos. Tenney considerou este um dos passos mais importantes para o desenvolvimento de seu modelo: "tratar o espaço musical como um espaço métrico no qual todo intervalo paramétrico individual entre dois pontos pode ser integrado em uma única medida de distância" ⁸⁹ (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 212). A última solução antes da generalização do método para que este pudesse abranger níveis hierárquicos além do *clangfoi* a questão de quais parâmetros utilizar para medir a distância entre unidades gestálticas de hierarquia superior. Resumidamente, Tenney partiu dos "centros de massa" de cada estrutura – o ponto médio dos elementos que as constituem. A última formulação de seu modelo foi:

algo como: altura, intensidade, duração.

⁸⁸ Vide página anterior.

⁸⁹ Tradução nossa. No original: "One of the most important steps in the development of our model involved the decision to treat musical space as a metric space within which all the individual parametric intervals between two points might be integrated into a single measure of distance, and to use this distance, in turn, as a measure of relative 'cohesion' between two musical events".

Uma TG no próximo nível hierárquico será iniciada pela percepção sempre que ocorrer uma TG cuja disjunção (em respeito às TGs no mesmo nível hierárquico) for maior que as que imediatamente a precede e sucede (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 217).⁹⁰

O método apresentado permite a automação do processo de análise musical, e sua aplicação é exemplificada em seu artigo através da comparação entre a análise automática e a análise feita de maneira tradicional. Em seu trabalho, são fornecidos três exemplos de análise: uma peça de Beethoven, uma peça de Webern e uma peça de Varèse. A correlação entre a análise computadorizada e a análise manual faz Tenney sugerir que, ainda que o modelo seja limitado, a hipótese em que ele se baseia é, "ao menos, uma formulação plausível de um princípio importante da percepção musical"⁹¹. O que mais nos interessa no modelo proposto por Tenney está exposto na terceira seção de seu artigo, onde ele discute suas aplicações, implicações e possíveis extensões. Nela o autor especula a respeito de aplicações não apenas para a análise, mas para a composição musical. Nesse sentido, ele diz que seu modelo "pode ser usado para criar estruturas formais perceptualmente eficientes sem recorrer a dispositivos tradicionais – 'tonais' ou não"⁹². Em seguida, Tenney faz uma observação de grande relevância para nosso trabalho:

métodos composicionais seriais, aleatórios e estocásticos frequentemente resultam em texturas que são *estatisticamente homogêneas* em algum nível hierárquico de baixo nível. Uma resposta negativa típica para essa situação formal (que chamei, em outros lugares, de 'ergódica') é que, embora 'tudo está mudando, tudo permanece o mesmo'. [...] o modelo delineado neste artigo sugere uma técnica para *controlar* esse aspecto da forma musical (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 236, tradução nossa).⁹³

O conceito de ergodicidade é um tanto abstrato e parte de uma matemática avançada, a qual não detalharemos. Iannis Xenakis deu uma definição muito adequada para nosso uso, de que "o princípio ergódico afirma que os efeitos

⁹⁰ Tradução nossa. No original: "A new TG at the next higher level will be initiated in perception whenever a TG occurs whose disjunction (with respect to the previous TG at the same hierarchical level) is greater than those immediately preceding and following it".

⁹¹ Ibidem, p. 235. Tradução nossa.

⁹² Ibidem. Tradução nossa.

⁹³ No original: "For example, serial, aleatoric, and stochastic compositional methods frequently result in textures which are *statistically homogeneous* at some fairly low hierarchical level. A typical negative response to this kind of formal situation (which I have elsewhere called 'ergodic') is that although 'everything is changing, everything remains the same' [...] the model outlined in this paper suggests a technique for *controlling* this aspect of musical form".

caprichosos de uma operação que depende do acaso são regularizados mais e mais conforme a operação é repetida" ⁹⁴ (XENAKIS, 1992, p. 56). Até aqui, usamos uma série de sinônimos para nos referir ao que Tenney chama de *ergodicidade*. A partir de agora adotaremos o termo usado por Tenney, em oposição a termos como "silêncio estrutural". Para Tenney,

Uma peça se torna "ergódica" (em respeito a algum parâmetro) assim que um nível hierárquico é atingido cujos estados ⁹⁵ de TGs sucessivas são indistinguíveis – p.ex. naquele nível em que os intervalos médios entre TGs sucessivas (naquele parâmetro) são todos efetivamente zero (TENNEY; POLANSKY, 1980, p. 236, tradução nossa).⁹⁶

Dessa maneira, dispondo do método de Tenney para calcular os pontos médios de cada estrutura musical, a situação ergódica será identificada assim que se atingir um momento da análise em que os pontos médios em determinado nível hierárquico estiverem todos nivelados. E a razão disso é que o método de delimitação das gestalts temporais depende de uma distância entre estruturas ser maior que as distâncias vizinhas para inaugurar um novo nível hierárquico. Caso não exista essa discrepância entre as distâncias, um novo nível não é inaugurado e a peça embarca no estatismo – o estado de ergodicidade.

Podemos notar que, embora Henri Pousseur ⁹⁷ tenha abordado o tema com muita atenção (tendo escrito dois ensaios que exploram o assunto), sua forma de diagnosticar o problema permaneceu imprecisa. Ele falava em termos da não-economia na exploração do domínio de variação em um parâmetro, mas sem especificar até que ponto poderíamos afirmar que uma distribuição era ou não econômica. James Tenney também chegou ao mesmo diagnóstico. Ele apontou que "quanto mais a extensão total [...] é 'usada' em determinado nível, menor será a distância média efetiva entre TGs naquele nível, e mais rapidamente a textura se aproximará da 'ergodicidade'" ⁹⁸. Note, no entanto, que Tenney faz uma distinção

⁹⁴ No original: "The ergodic principle states that the capricious effect of an operation that depends on chance is regularized more and more as the operation is repeated".

⁹⁵ "Estados" são os pontos médios de cada estrutura.

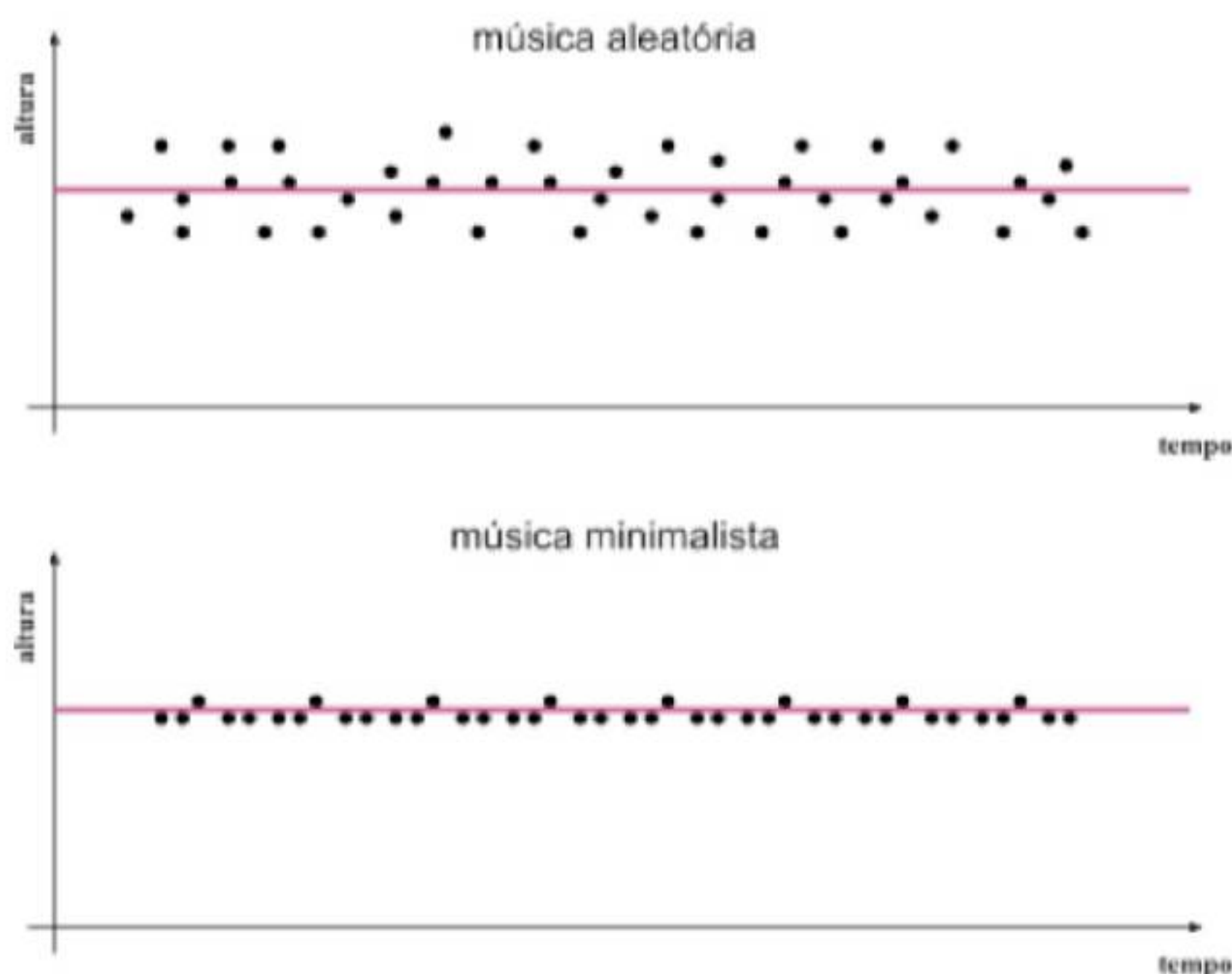
⁹⁶ No original: "A piece becomes 'ergodic' (with respect to some parameter) as soon as a hierarchical level is reached at which the *states* of successive TGs are indistinguishable – i.e. at that level at which the mean-intervals between successive TGs are all effectively zero".

⁹⁷ Vide capítulo anterior.

⁹⁸ Ibidem. Tradução nossa. No original: "the more the total available range in some parameter is 'used up' at a given level, the smaller will the average effective differences be *between* TGs at that level, and more quickly will the texture approach 'ergodicity' at the next higher level".

importante quando fala em "determinado nível". Se para Pousseur a distribuição paramétrica deveria ser considerada em sua totalidade, Tenney especifica que ela deve ser relativa a um nível hierárquico específico.

FIGURA 3 - ILUSTRAÇÃO DOS DIFERENTES CASOS EM QUE A ERGODICIDADE OCORRE ¹



FONTE: Do autor (2019).

¹ A linha vermelha marca o ponto médio da distribuição das alturas.

Quando falamos, na seção anterior, sobre o aparente paradoxo da *ergodicidade* existir tanto no caso do excesso de informação (música serial integral ou aleatória), quanto no caso da falta de informação (música minimalista), dispúnhamos apenas do dado intuitivo de que este era um fenômeno que atuava igualmente nos dois extremos. A conjectura de Tenney, no entanto, pode explicar o que há de comum nos dois casos. Como a definição de um novo nível hierárquico é baseada nos pontos médios do nível hierárquico anterior (ver figura 3), um maior ou menor espalhamento desses pontos não resulta, em última instância, em uma mudança na média desses pontos.

Podemos então entender afirmações como a expressa em uma citação apresentada anteriormente, de que "a estrutura superficial produzida por algoritmos

de baixo nível pode ser um tanto 'complicada' [...] ao mesmo tempo em que carece de uma estrutura hierárquica rica" (ROADS, 2015, p. 298) ⁹⁹. Afinal, vimos que o dinamismo em uma escala temporal não garante o dinamismo em escalas superiores.

⁹⁹ Tradução nossa. No original: "The surface structure produced by a low-level algorithm can be quite 'complicated' [...] while lacking a rich hierarchical structure". Note que esta observação vai de encontro à conclusão da última seção.

Página deixada em branco.

3 A SOLUÇÃO: ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DE NOSSA PROPOSTA

Enquanto o capítulo anterior teve foco no problema, neste, discutiremos a solução. Primeiramente apresentaremos o contexto teórico em que a solução proposta é baseada e, em seguida, exporemos as diferentes etapas que envolvem a solução prática.

3.1 CONTEXTO TEÓRICO: UNIFICAÇÃO E DIFERENCIAÇÃO/CONTINUIDADE E SEGMENTAÇÃO

No capítulo anterior, vimos como ocorreu a consolidação do problema composicional que motivou a nossa prática recente. Além disso, apresentamos dois trabalhos teóricos, que propunham diferentes abordagens ao lidar com esse problema formal – o qual trataremos, daqui em diante, pelo termo “ergodicidade”. Os autores desses trabalhos, Henri Pousseur e James Tenney, sugeriram uma mesma solução para a questão. Neste capítulo, veremos qual é a solução e distinguiremos as duas propostas, a partir de uma reflexão sobre as suas características, aplicada à prática de composição musical algorítmica. Esta seção serve para contextualizar as ideias a respeito da forma e da estrutura musical que serviram de pano de fundo à elaboração de nossos métodos práticos, bem como à posterior interpretação dos resultados obtidos. Nesse sentido, adotaremos as figuras de Pousseur (2009) e Tenney (1980) como símbolos para tratar dos conceitos de *unificação* e *diferenciação*.

Como apontamos, os autores citados indicaram a mesma estratégia para discutir o problema estrutural da ergodicidade em música. Quando Pousseur afirma que o “perigo de nivelamento [estrutural] está presente em grande medida, em razão da exploração perpétua, desnudada de economia, de toda a escala de variação disponível” (POUSSEUR, 2009, p. 114), ele converge para o que Tenney sugeriu, isto é, que “o remédio técnico para isso [da ergodicidade] é simplesmente *distribuir* o alcance total disponível mais igualmente por tantos níveis hierárquicos quanto seja necessário para atingir a estrutura formal desejada” (TENNEY, 1980, p. 236, grifo do autor)¹⁰⁰. Portanto, ambos propõem uma distribuição parcimoniosa dos elementos

¹⁰⁰ Tradução nossa. Do original: “The technical remedy for this is simply to *distribute* the total available ranges more evenly over as many hierarchical levels as needed to achieve the formal structure intended”.

musicais por intermédio do campo de possibilidades. Entretanto, ainda que eles apontem para uma mesma direção, existe uma diferença no caráter de cada proposta, que pode ser categorizada em duas formas de pensamento: paramétrica e espacial. É importante destacar, nesse momento, que não pretendemos promover uma dicotomia. Parâmetros, de maneira geral, são propriedades variáveis de qualquer fenômeno ou entidade, que podem ser interpretados como dimensões de um espaço abstrato, o que possibilita uma afinidade entre as duas coisas. Apesar dessa afinidade, faremos a seguinte distinção entre os dois conceitos: enquanto o parâmetro é uma propriedade singular, o espaço (métrico) fornece uma maneira de integrar grandezas distintas a uma só medida de “distância”. Em suma, poderíamos dizer que o parâmetro é algo único e o espaço, unificador.

Ao longo do século XX, os termos parâmetro e espaço musical foram bastante discutidos em música, talvez, devido ao advento da música eletroacústica. Isso fica patente se pensarmos, por exemplo, na *escuta reduzida* (SCHAEFFER, 1966): esse conceito, criado sob a luz da música concreta, promove uma escuta analítica das características de um som, diferentemente da escuta referencial, que se atém aos aspectos simbólicos, como sua origem, ou ao que eles representam. O desmembramento de um som, em seus parâmetros constituintes, é algo natural se considerarmos as mudanças da prática criativa em estúdio, ocasionadas por novos meios de produção, afinal, esse movimento provocou uma transformação de posicionamento frente aos potenciais trabalhos de composição com os sons, movimentando a busca de novas formas para compreendê-los.

Ambos os autores que tratamos aqui estão inseridos no contexto musical já influenciado pela música eletrônica. Talvez por isso tenha sido comum aos dois pensar a música em termos de seus parâmetros¹⁰¹. Tenney, em *Meta+Hodos* (1988), falou sobre o “foco paramétrico”, chamando a atenção para a crescente ênfase dada a esse tipo de pensamento na música de seu século. Sobre isso, Pousseur (2009) é mais explícito, visto que a proposta de *Por uma periodicidade generalizada* foi trazer conceitos antes relacionados à síntese sonora – como *diferentes formas de onda*, para um contexto composicional, sugerindo-nos que o contorno descrito por cada

¹⁰¹ Se buscássemos as origens dos conceitos de parâmetro e espaço musical, seria possível citar a incorporação isolada de atributos sonoros, ao longo do desenvolvimento da escrita musical, como um exemplo de pensamento paramétrico, ou o desenvolvimento da polifonia como uma expansão do espaço musical. Contudo, a investigação que nos interessa não contempla uma regressão tão profunda.

parâmetro, ao longo de uma peça, pode ser pensado como uma onda complexa, enquanto o ato compositivo, como um processo de modulação. A maneira de ver o problema de ergodicidade desse autor foi marcada por esse pensamento, o que tornou o diagnóstico da situação formal em um caso especial para cada atributo de uma peça. No capítulo anterior, vimos que a análise de Pousseur a respeito de nosso problema formal é qualitativa. Ele associou a *stasis* aos extremos de periodicidade em atributos musicais – seja a periodicidade absoluta ou a absoluta falta dela. Com isso, a exploração reiterada dos limites de cada parâmetro indicaria um movimento periódico, o qual, por si só, implicaria uma indiscriminação formal. No entanto, assumindo a independência paramétrica, a indiscriminação, em um parâmetro, não demandaria a mesma situação para os demais. Imagine, por exemplo, que uma peça musical tenha suas alturas compostas de forma comedida, exibindo apenas aperiodicidade absoluta em um parâmetro rítmico; estaríamos diante de uma situação formal ergódica? Sob a perspectiva de Pousseur (2009), não teríamos segurança para afirmar algo sobre a peça de maneira global, apenas sobre os seus aspectos isolados. Portanto, o pensamento paramétrico fez com que a situação ergódica fosse aferida individualmente.

Apesar de inicialmente Tenney ter compartilhado o foco em parâmetros individuais, como ele sugere no livro citado anteriormente, o texto em que nos baseamos sucede-o em vinte anos ¹⁰². Em *Temporal Gestalt Perception in Music* (TENNEY; POLANSKY, 1980), é apresentado um relato das sucessivas mudanças de pensamento que levaram o autor a uma perspectiva espacial acerca do fenômeno musical. Tenney extraiu uma ferramenta prática para a análise musical (e eventual composição) da ideia genérica de espaço musical, propondo a implementação do espaço métrico para aferir o distanciamento de entes musicais. Apesar da similaridade presente nas soluções propostas sobre a ergodicidade, em música, existe uma vantagem operacional na abordagem de Tenney. Desse modo, essa concepção embasou a nossa visão a respeito da natureza de uma estrutura musical e dos tipos de relações inerentes a essa estrutura. Para nós, existe uma dualidade entre a questão estrutural e a formal. Ela pode ser interpretada de diferentes maneiras, por exemplo, mediante aos aspectos complementares da estruturação musical como a *unificação* e a *diferenciação* – aos quais retornaremos mais adiante, além de existir uma série de sinônimos utilizada para categorizá-la.

¹⁰² Referenciamos a segunda edição, de 1988. A primeira publicação é de 1964.

Iniciaremos pela proposta dos termos *continuidade* e *segmentação*, na esteira de Henri Pousseur e James Tenney, baseando-nos nas características do trabalho teórico de cada um para as respectivas associações.

Falemos sobre a continuidade. A partir de uma perspectiva fenomenológica, o fluxo do tempo desvela um contínuo durante a escuta musical (eis o domínio da forma). Dito isso, em *Por Uma Periodicidade Generalizada*, vimos que Pousseur (2009) voltou-se para o fenômeno ondulatorio, a fim de interpretar os contínuos descritos por diferentes atributos musicais, tendo o formato desses contornos paramétricos como o foco de seu texto. Essa ideia de “ligar os pontos”, deduzindo os contornos de algo de caráter discreto, como o material musical, em favor de uma visão contínua, permite uma aplicação prática: a análise de Fourier daquele contorno. Com isso, do material do qual se deduziu o contorno, seria revelado uma espécie de conteúdo espectral, que não teria relação com o fenômeno acústico, mas sim com a maneira pela qual o material foi organizado: haveria, então, uma representação da estrutura ondulatoria por trás daquela forma. Assim, poderíamos pensar a estrutura musical como uma soma de senoides, cada uma contribuindo para a morfologia do contorno de um parâmetro no tempo. Pela relevância da ideia de associar a estruturação musical às funções contínuas, atribuímos a noção de *continuidade* à efígie de Henri Pousseur.

As ideias de James Tenney, por outro lado, sublinham o caráter dissociativo da estruturação, haja vista que, para ele, rupturas anunciam estruturas hierárquicas. Isso ficou explícito quando, em *Temporal Gestalt Perception in Music*, ele reconheceu como um passo importante para o desenvolvimento de seu modelo “uma mudança na ênfase partindo dos efeitos [gestálticos] unificadores de proximidade e similaridade para os efeitos segregadores de segmentação temporal e dissimilaridade paramétrica” (TENNEY, 1980, p. 208). Em seu trabalho, a disjunção é o principal fator para a demarcação de estruturas musicais em diferentes níveis. Embora nesse artigo esteja expresso o despertar dessa consciência, o destaque para a diferenciação já era sugerido em seu livro de vinte anos antes, no qual o autor define *estrutura* como o “contingente da existência de partes subordinadas dentro de dada gestalt” (TENNEY, 1988, p. 58), tendo em vista que “uma coisa só pode ser resolvida em partes quando há *diferenças* de algum tipo

entre um ponto, ou região, e outro no campo perceptual”¹⁰³. Sendo assim, para ele, a dissimilaridade tem importância central na estruturação musical, razão pela qual associamos a figura de James Tenney ao conceito de *segmentação*. Apesar de Tenney(1988) apontar o *diferente* como item necessário para o estabelecimento de uma estrutura, ele reconheceu a sua não-suficiência, até porque “embora não possa haver partes perceptíveis onde não existe mudança, *pode* haver mudança perceptível sem nenhuma subdivisão – i.e. quando todas as mudanças que ocorrem são *contínuas*” (TENNEY, 1988, p. 58. Grifos do original)¹⁰⁴. Nesse sentido, a *diferença* figura dois casos: um em que ela se apresenta como um separador de partes, e outro em que representa o caráter dinâmico de uma unidade. No último caso, “apesar de não podermos falar em *estrutura*, como tal, ainda poderíamos perceber uma *forma*”¹⁰⁵. Assim, chegamos a uma distinção entre *estrutura* e *forma*.

Para a contextualização de nosso pensamento musical, é importante que sejamos explícitos neste ponto: relacionamos *forma* à *continuidade*, bem como *estrutura* à *segmentação*. Essas relações convergem para as definições de *forma* e *estrutura* sugeridas por John Cage em alguns de seus textos. Segundo o autor, “forma é conteúdo, a continuidade” (CAGE, 2015, p. 62) ¹⁰⁶, ou ainda, “a morfologia da continuidade”¹⁰⁷. Já *estrutura* seria “a divisão estrita em partes”¹⁰⁸, a “divisibilidade em partes sucessivas de frases a longas seções” ¹⁰⁹. Para Cage (2015), a *forma* concerniria às questões de expressividade e à intuição, enquanto a *estrutura* diria respeito à ordem e à razão. Essa dicotomia, acertada ou não, serviu para ele como um recurso didático, assim como fazemos aqui com as figuras de Pousseur e Tenney. A necessidade de recursos como esse acontece devido a elusividade da distinção. Embora neste parágrafo ela esteja clara, é comum a confusão no emprego dos termos – algo que se observa, inclusive, nesta dissertação, já que o *formal* e o *estrutural* são frequentemente sinônimos. Essa sinonímia é, em parte, um reflexo do

¹⁰³ Ibidem. Tradução nossa. No original: “a thing can be resolved into parts only when there are *differences* of some kind between one point or region in the perceptual field and another”.

¹⁰⁴ Tradução nossa. No original: “although there can be no perceptible parts where there is no change, there *can* be perceptible change without any resultant subdivision into parts- i.e. when all the changes that occur are *continuous*”.

¹⁰⁵ Ibidem. Tradução nossa. No original: “though we may not be able to speak of *structure*, as such, we shall still perceive a *form*”.

¹⁰⁶ Tradução nossa. No original: “form is content, the continuity”.

¹⁰⁷ Idem, p. 35. No original: “the morphology of the continuity”.

¹⁰⁸ Idem, p. 18. No original: “The strict division of parts, ...”.

¹⁰⁹ Idem, p. 62. No original “Structure in music is its divisibility into successive parts from phrases to long sections”.

passado – de quando o termo *forma* era usado para indicar configurações estruturais estabelecidas culturalmente, como o exemplo da forma sonata. Entretanto, hipotetizamos que a própria natureza dos conceitos pode gerar confusão, visto que são dois aspectos complementares da composição (no sentido mais *lato*, quanto ao ato de dispor um material).

A fim de trazermos apontamentos feitos por compositores do século passado acerca do tema em questão, faremos uma breve regressão. Schoenberg (2012) indicou diferentes acepções para o termo *forma*, porém todas fazem referência a modelos convencionais. Para ele, expressões como “forma binária” dizem respeito, “substancialmente, ao número de partes” (SCHOENBERG, 2012, p. 27); já a “forma sonata” teria um significado expandido, incluindo sugestões quanto ao “tamanho das partes e a complexidade de suas inter-relações”. Além disso, quando o termo alude a alguma dança, como o minueto, é possível presumir ainda “características rítmicas, métricas e de andamento”. Portanto, estrutura seria definida na linha do que foi proposto anteriormente, ainda que abranja mais elementos.

O autor destacou que forma diz respeito à organização da peça, estabelecendo considerações sobre morfologia e continuidade em um tópico separado: o desenvolvimento melódico e temático. Com isso, Schoenberg (2012) ressaltou o papel da *compreensão* na construção da forma. Para ele

“os requisitos essenciais para a criação de uma forma compreensível são a *lógica* e a *coerência*: a apresentação, o desenvolvimento e a interconexão de ideias devem estar baseados nas relações internas, e as ideias devem ser diferenciadas de acordo com sua importância e função” (SCHOENBERG, 2012, p. 27)

Destacamos a dupla consideração de aspectos internos e da diferenciação de ideias.

Algo similar foi sugerido por Anton Webern (1963), que, em uma série de seminários do livro *Path to New Music*, ponderou sobre os conceitos de *unidade* e *diferenciação*, os quais teriam emergido de uma demanda suscitada pela compreensibilidade da ideia musical, sendo dois aspectos distintos necessários para se garantir a compreensão. Para acompanharmos o seu percurso, destacamos que Webern partiu da premissa de que “o princípio mais elevado em toda a apresentação de uma ideia [musical] é a lei da compreensibilidade” (WEBERN,

1963, p. 17)¹¹⁰. Ele questionou, então, sobre o que significaria compreender algo, laçando mão da literalidade, para sugerir que o significado seria o de *abarc**ar alguma coisa*: “se você pega um objeto em sua mão, então você o apreendeu, você o ‘compreendeu’”¹¹¹. Mais adiante, ele afirmou que “algo compreensível é algo de que posso ter uma visão completa, cujos contornos posso discernir”¹¹². Argumentou também que uma superfície homogênea impediria a compreensão, o que tornaria necessário algo para marcar o início do que queremos observar: “aqui chegamos à *diferenciação*” – conclui. Na linha do que estabelecemos até aqui, da relação entre *segmentação* e *estrutura* – figurada por Tenney e seu método de organização hierárquica, Webern (1963) atribuiu a função hierárquica da organização musical à *diferenciação*, indagando: “para que servem divisões? Para manter as coisas separadas, para distinguir entre o que é principal e o que é subsidiário”¹¹³. Em seguida, Webern chama a atenção para o risco de perder-se ao adicionar novos elementos, durante o processo de composição, alertando que “a coisa toda deve trabalhar em conjunto, senão você se torna ininteligível. Aqui temos um papel especial: ‘trabalhar em conjunto’, unidade, será necessária para tornar a ideia compreensível”¹¹⁴. Para Webern, tudo o que tinha acontecido em música, até então, tinha como objetivo tornar mais clara essa *unidade*, “unidade servindo à compreensibilidade de ideias!”¹¹⁵. A geração de compositores pós-weberniana explorou amplamente as questões sobre a ontologia da música – tanto de maneira teórica quanto prática. Entre esses questionamentos, estão os referentes ao processo criativo. Veremos a seguir um texto de Pierre Boulez (2016) que trata da dualidade, a qual nos referimos até aqui, porém por um par diferente de termos:

O importante reside no fato de distinguir claramente as duas espécies de critérios que se aplicam a toda técnica de desenvolvimento, queremos dizer, a *colocação* e a *produção*. A colocação é, de algum modo, o envoltório exterior dos organismos,

¹¹⁰ Tradução nossa. No original: “The highest principle in all presentation of an idea is the law of comprehensibility”.

¹¹¹ Ibidem. Tradução nossa. No original: “if you take an object in your hand, then you have grasped it, you ‘comprehend’ it”.

¹¹² Ibidem. Tradução nossa. No original: “something comprehensible is something of which I can get a complete view, whose outlines I can make out. So a smooth surface also makes comprehension impossible. Things alter if something at least is given, a start. [...] Here we come to *differentiation*”.

¹¹³ Ibidem. No original: “What are divisions for? To keep things apart, to distinguish between what is principal and what is subsidiary”.

¹¹⁴ Ibidem. No original: “Here we have an element that plays a special role: ‘hanging-together’, unity, will be necessary to make an idea comprehensible”.

¹¹⁵ Idem. No original “Unity serving comprehensibility of ideas!”

que cobre, relembro, sua existência, sua natureza, sua densidade, e sua dependência; a produção diz respeito ao engendramento propriamente dito, aos caracteres intrínsecos das estruturas. Esta dupla operação é primordial; ao negligenciá-la, chega-se a caracterizações incompletas, e mesmo a contra-sensos (BOULEZ, 2016, p. 129).

Ainda que neste ponto a distinção já esteja clara, iremos adiante, fazendo uma provocação. O autor afirma que pela “manipulação das estruturas, desemboca-se diretamente na forma. A caracterologia das estruturas não passa, com efeito, ela própria de uma qualidade intrínseca da forma” (BOULEZ, 2016, p. 130). Aqui observamos uma definição de *forma* e *estrutura* como se uma abarcasse a outra. Falamos, até o momento, de uma dupla operação, mas, se manipularmos uma estrutura através dela, como será a sua condução à forma? Em outras palavras, essa condução aconteceria tanto pela via intrínseca quanto extrínseca? Caso seja possível atingir a forma das duas maneiras, estaremos diante de uma situação recursiva. Imagine a forma como algo que possa ser influenciado tanto por alterações internas de um objeto quanto por alterações externas de outro objeto de uma mesma classe. Fica mais fácil imaginar isso quando pensamos na hierarquia das estruturas musicais: temos, assim, uma compartimentalização recursiva.

Em 1978, em um artigo chamado *Music as System*, foi sugerido que

música seja considerada um sistema hierárquico que é caracterizado por um comportamento dinâmico. Um sistema pode ser definido como uma coleção de objetos conectados [...]. A relação entre objetos que são, eles mesmos, interconexões de outros objetos é o que define um sistema hierárquico (HOLTZMAN, 1978, *apud.*, KOENIG, 1978, p. 10)¹¹⁶.

A ideia de caixas dentro de outras caixas parece oportuna, mas se trata de algo mais exótico: aqui uma caixa *seria feita* de outras caixas, ao invés de contê-las. Nesse sentido, Pousseur observou que não existe “diferença radical, essencial, entre o material e suas conexões: o próprio material consiste em conexões de nível inferior [...], e as conexões propriamente ditas serão utilizadas como materiais para fins estruturais superiores” (POUSSEUR, 2009, p. 128). No início de *Temporal Gestalt Perception in Music*, Tenney abordou o tempo musical, estabelecendo uma analogia

¹¹⁶ Tradução nossa. No original: “The basic proposition is that music be considered as a hierarchical system which is characterized by a dynamic behaviour. A system can be defined as a collection of connected objects ... The relation between objects which are themselves interconnections of other objects define hierarchical systems...”

do tempo sob a ótica de um historiador – em que há uma divisão de períodos, e não uma concepção de tempo linear, indiscriminado. Para ele, a semelhança “em ambos os casos é a concepção de intervalos temporais – em vários níveis hierárquicos – cada um o qual é internamente coeso e externamente segregado de intervalos temporais comparáveis” (TENNEY, 1980, p. 205)¹¹⁷ Esses intervalos temporais formam os objetos formal e o estrutural, que tentamos entender, nomeados *gestalt temporais* por Tenney. De acordo com essa designação, todo o nóculo de uma cascata recursiva de objetos inter-relacionados, formados por inter-relações, faz parte de uma mesma classe. Dessa maneira há uma generalização oportuna, pois toda estrutura musical presente em uma peça é uma *gestalt temporal*, independentemente do nível hierárquico que ela representa. O nível hierárquico desses objetos se torna uma questão de grau – um atributo comum a toda a classe. Isso quer dizer que não precisamos manter um catálogo de estruturas qualitativamente diferentes (como motivos, frases, seções, etc.), basta uma definição. Essa definição depende da dupla relação que tanto falamos: a *gestalt temporal* é caracterizada tanto pelos aspectos intrínsecos quanto os extrínsecos. Consideremos, agora, a seguinte analogia: Para referir-nos a um apartamento, precisamos de um CEP, do número do prédio e do número do apartamento, então, se mudarmos qualquer um desses dados, falaremos de outro apartamento. No mesmo sentido, uma unidade de *gestalt temporal* é referida por dados, dois deles: a sua configuração interna e a sua configuração externa. Assimilamos com facilidade a ideia de que a alteração, na constituição de um objeto, transforma o objeto, mas é necessário enfatizarmos o último caso: uma *gestalt* tem certa valoração se estiver sozinha, mas, assim que incluimos outra *gestalt* ao seu lado, mudamos a valoração da primeira – ela não é mais a mesma.

A partir dessas considerações, observamos que o trabalho de Tenney (1980) tenta traçar paralelos entre os princípios da *gestalt* no campo visual e na experiência musical. Antes de finalizarmos, portanto, propomos uma ponte similar entre o visual e o sonoro, relacionando os conceitos apresentados, com base na experiência de compositores, aos conceitos propostos por um artista visual.

No livro *Do Espiritual na Arte*, Wassily Kandinsky (1996) especulou sobre *forma* e *cor*, assim como sobre os efeitos que elas suscitam na alma humana.

¹¹⁷ Tradução nossa. No original: “in both cases is a conception of distinct spans of time – at several hierarchical levels – each of which is both internally cohesive and externally segregated”.

Segundo ele, ambas teriam um “som interior” característico. De acordo com o autor, “a forma, no sentido estrito da palavra, não é nada mais que a delimitação de uma superfície por outra superfície. Essa é a definição de seu caráter exterior. Mas toda coisa exterior também encerra, necessariamente, um elemento interior” (KANDINSKY, 1996, p.76). Para ele, a composição de um quadro tem, para com a forma, uma finalidade dupla: “1º – a composição do conjunto do quadro; 2º – a elaboração de diversas formas subordinadas ao conjunto que se combinam entre si”¹¹⁸. A essência transmitida por uma coleção de objetos dependerá da forma global, assim “a transformação profunda que sofrerão os submeterá a essa forma; serão essa forma”¹¹⁹. Conforme Kandinsky, a “forma é o que ela é. Só existe em relação às exigências imperativas de sua própria tonalidade interna” (KANDINSKY, 1996, p.78), mas essa essência “modifica-se ao combinar-se com outras formas”¹²⁰. Além disso, “modifica-se igualmente, mesmo que nada do que [a] cerca mude [...], quando só a orientação dessa forma vem a ser modificada”. Similarmente ao que falamos sobre o efeito de modificações internas e externas de *gestalts temporais*, “cada forma é tão instável quanto uma nuvem de fumaça. O deslocamento mais imperceptível de uma de suas partes modifica-a em sua essência”¹²¹, assim, “isso vai tão longe que é mais fácil, sem dúvida, fazer formas diferentes produzirem o mesmo som do que obter o mesmo som por pura repetição de uma mesma forma”¹²². Até aqui, muito falamos sobre “relações”. Se todo o sistema hierárquico com que trabalhamos é formado por inter-relações, de que tipo elas seriam? Diante do exemplo de Tenney (1980), que adotou um espaço métrico, voltamo-nos para a principal relação que existe nestes espaços: a distância¹²³ entre elementos. Nesse sentido, passamos a considerar o fenômeno musical como um sistema hierárquico de relações espaciais. Essa visão tem um efeito prático: a simplificação do sistema de procedimentos composicionais, o que possibilita que toda a complexidade da estruturação musical possa ser tratada como uma questão de disposição dos elementos no espaço. Baseado no mesmo princípio, cada componente de nosso sistema de métodos pode falar uma língua comum, reforçando, inclusive, a própria ideia de sistema. Como já dissemos,

¹¹⁸ Ibidem, p. 78.

¹¹⁹ Ibidem.

¹²⁰ Ibidem, p. 81.

¹²¹ Ibidem.

¹²² Ibidem, p. 82.

¹²³ Consideramos que a *métrica*, a forma de calcular a distância, faz parte da própria definição do espaço métrico.

enxergar toda unidade estrutural (motivos, frases, seções, etc.) como um mesmo objeto, isto é, as *gestalts temporais*, previne a necessidade de elaborarmos conceitos e lógicas compositivas exclusivas para cada uma. Podemos, portanto, concentrar-nos nesse objeto único, estabelecendo estratégias para a sua manipulação – nesse caso, através de uma dupla-operação.

3.2 EXPOSIÇÃO DO MÉTODO PRÁTICO

Como dissemos em seções anteriores, a reflexão acerca da natureza da estruturação musical foi instrumental para a criação e solidificação de nosso sistema de composição. A elaboração desse sistema foi feita em conjunto com a elaboração do contexto teórico que trouxemos no capítulo anterior. Já o quadro conceitual com o qual trabalhamos foi baseado na propriedade dual das unidades gestálticas, que apresentam simultaneamente um caráter interior (forma) e um caráter exterior (estrutura). O reconhecimento dessa ambivalência fundamental conduziu-nos ao estabelecimento de dois pilares procedimentais: abordar o aspecto interno através da instituição da continuidade; e apresentar o aspecto externo com a introdução de rupturas nessa continuidade. Feito esse percurso, nessa seção apresentaremos a série de processos que compõem nosso sistema, seguindo a ordem na qual o programa foi estruturado.

Pelo dado estrutural ter como substância as relações de distância entre os elementos sonoros, ou seja, o quanto as estruturas diferem entre si dentro de um espaço multiparamétrico, optamos por manipulá-lo através das transformações lineares desses elementos. Nesse sentido, a expressão espacial do fenômeno musical fornece um suporte prático, pois, além da simplicidade que a implementação das operações significa nesse contexto, existe a possibilidade de definirmos as classes por meio da implementação comum de certas operações. Com isso, podemos estabelecer uma relação de equivalência entre todos os elementos submetidos a uma mesma operação, sendo o seu agrupamento um indicador de unidade. Um exemplo disso é a aplicação da modulação sobre os parâmetros sonoros, alterando as relações intervalares de acordo com alguma função. De maneira direta, isso diz respeito ao pilar da instituição da continuidade, em nome do qual usamos as funções contínuas para modular um material musical gerado previamente, imprimindo-lhe certa morfologia expressa no tempo.

Como sugerido por Henri Pousseur (2009), o fenômeno musical tem a periodicidade como uma qualidade fundamental, por isso, as funções contínuas que usaríamos para a modulação deveriam ser cíclicas. Pousseur considerou diferentes formas de onda ao analisar a expressão periódica do aspecto formal, mas, diante da série de Fourier, consideramos fútil a catalogação exhaustiva das possibilidades – bastando-nos a observação da onda senoidal, já que qualquer forma de onda pode ser expressa por uma soma de senoides. Sendo assim, estabelecemos a morfologia da continuidade mediante a sobreposição de senoides, cujos comprimentos de onda seriam proporcionais a um certo nível hierárquico formal.

A partir da própria peça, em sua totalidade, como a primeira unidade estrutural com fronteiras inequívocas, iniciamos a sua definição. Destacamos que o espaço, no qual a peça se desenvolve, é estabelecido através da determinação da margem de variação, em cada dimensão musical, sendo as dimensões das funções de modulação restritas por esses intervalos. De acordo com a prescrição da exploração econômica do espaço de variação como uma solução para o problema da ergodicidade, a frequência das ondas morfológicas deveria limitar-se, aproximadamente, a um ciclo por duração do nível estrutural considerado. Dessa maneira, optamos por períodos entre meio e dois ciclos por duração de peça – valores específicos determinados de maneira aleatória para cada dimensão e sorteados a partir de faixas específicas para cada uma delas. Essas dimensões vêm de parâmetros macroestruturais, sendo elas: andamento, faixa dinâmica, registro de alturas e variação melódica. As fases iniciais de cada onda são definidas de maneira aleatória uniforme.

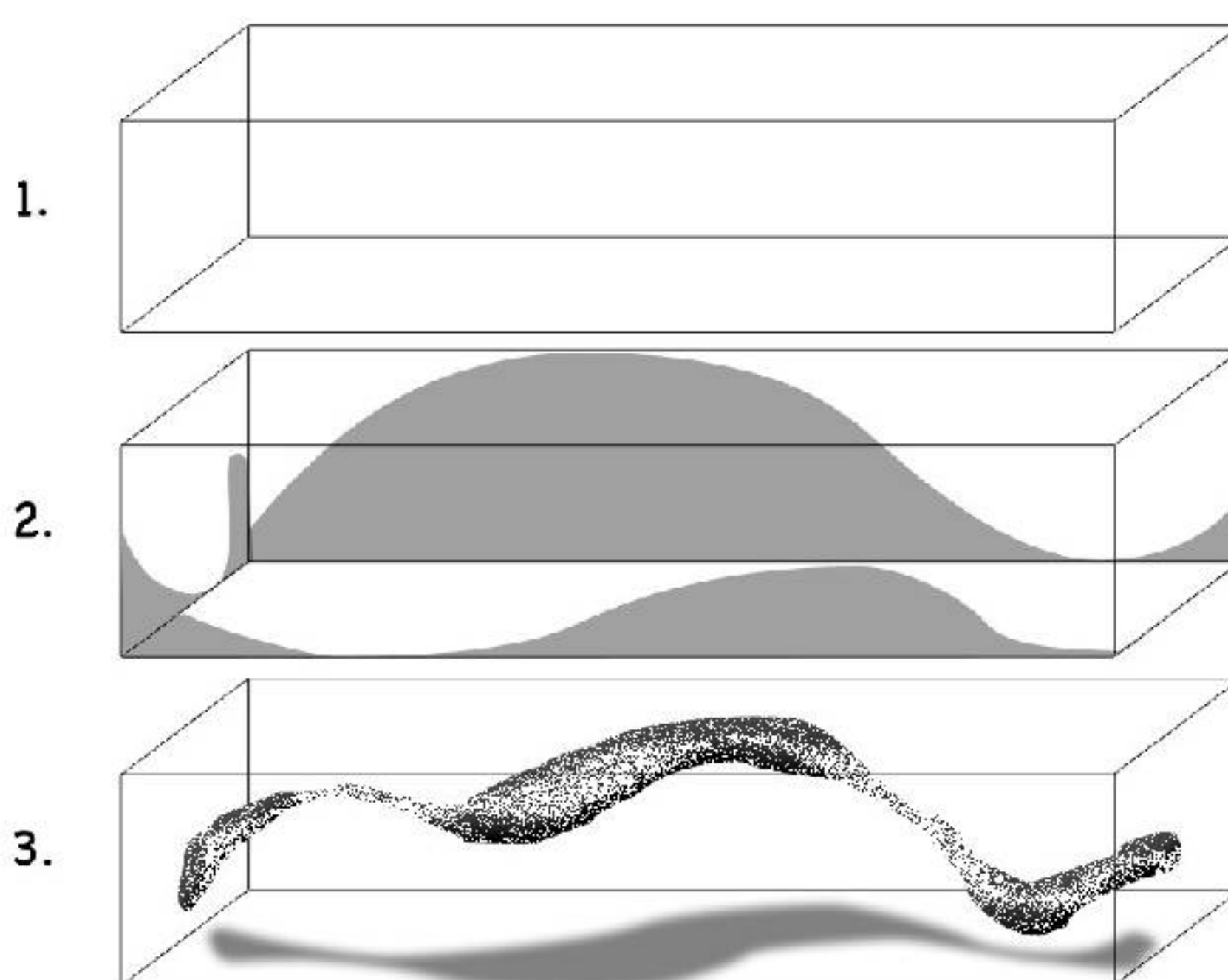
3.2.1 Etapa 1

Na figura 4, é ilustrada a primeira de quatro etapas de nosso programa, referente à instituição da continuidade. A etapa referida subdivide-se em três passos: o primeiro passo (1) é a definição dos limites do espaço com o qual trabalharemos. Em seguida, (2) são definidas as funções que modularão cada dimensão do espaço, correspondentes às curvas que regem o comportamento dos diferentes parâmetros. Essas linhas marcam uma região no espaço sobre a qual o material melódico será disposto, o que contribui para gerar um sentido completo, resultante da inter-relação entre os parâmetros. O terceiro passo (3) é a

concretização do material, gerado de acordo com as curvas moduladoras. Três das curvas servem como multiplicadores para os valores paramétricos de cada nota gerada (altura, intensidade e duração). Uma quarta curva controla as probabilidades de transição intervalares e rítmicas do gerador melódico.

Cada região, em nosso espaço, pode ser associada a um caráter musical distinto, definido por uma combinação de andamento, dinâmica e registro – parâmetros referentes a uma expressão mais ampla dos parâmetros simples do elemento sonoro (duração, intensidade e altura). Pelo limite imposto ao comprimento de cada ciclo paramétrico, cada componente se desenvolve em um arco – aproximadamente. Com essa implementação, podemos garantir peças com momentos únicos, escapando da inércia formal. No entanto, durante a escuta, apesar de sermos capazes de perceber momentos com caracteres distintos nas peças resultantes, ainda não foi possível indicar as fronteiras entre os diferentes momentos. Portanto, era preciso dar um passo além no sentido de abalizar essas fronteiras. Iniciava-se, com isso, o planejamento da etapa de pormenorização estrutural.

FIGURA 4 - ESQUEMA DA PRIMEIRA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO, SUBDIVIDIDA EM TRÊS PASSOS



FONTE: Do autor (2019).

A repetição evidencia os limites da unidade estrutural reiterada, utilizada tradicionalmente como ferramenta para a organização musical. O contraste material, da mesma maneira, teve historicamente a função de sinalizar a transição entre as seções estruturais. Assim, ao buscarmos por uma solução simples para a arrumação formal, uma opção sólida seria a orientada pelo conteúdo. No entanto, tivemos restrições quanto ao uso desse recurso, que vieram não só de uma valoração estética, mas também poética, como veremos a seguir.

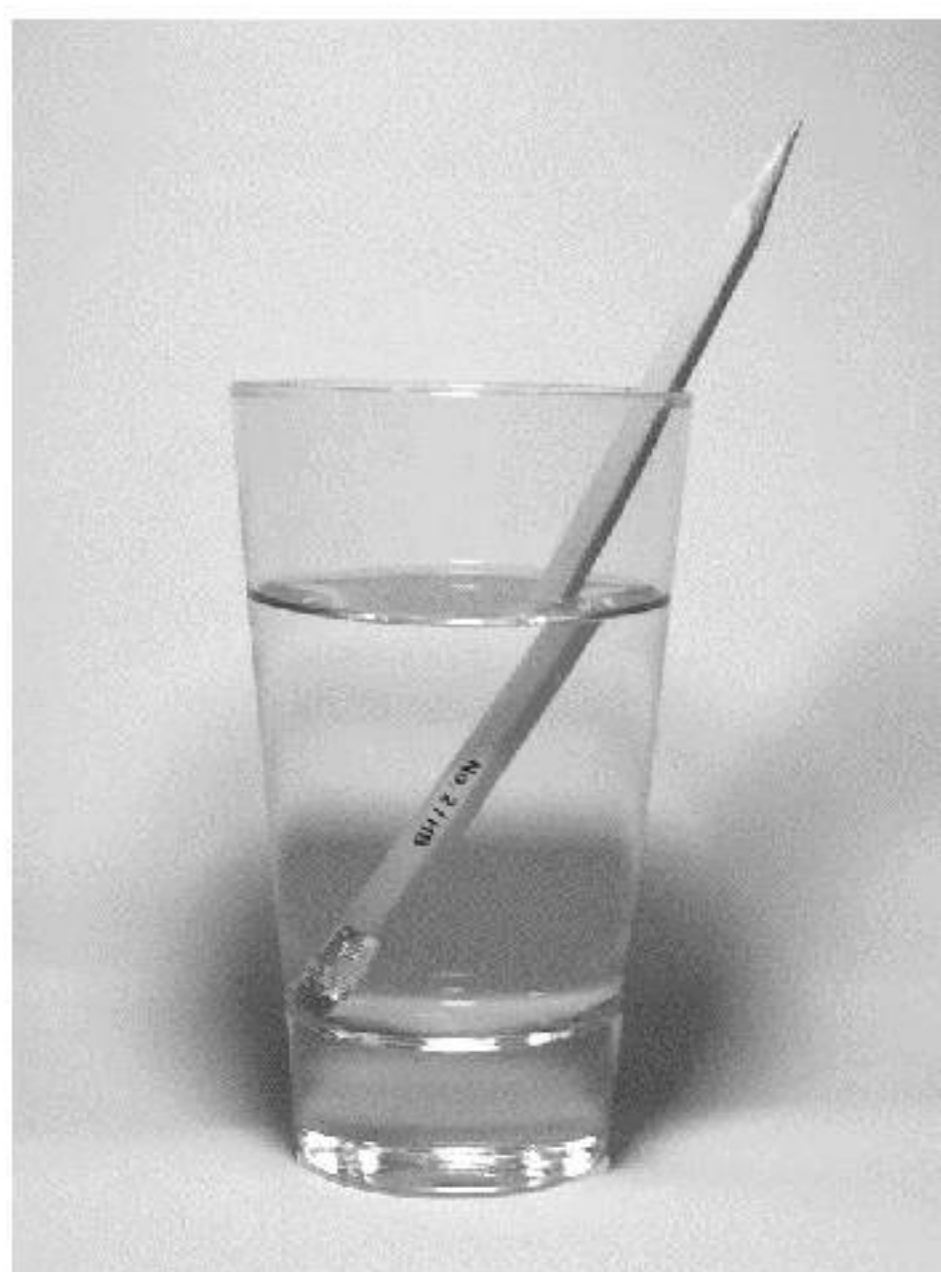
3.2.2 Etapa 2

Diante da possibilidade de compartimentarmos o processo compositivo, dada pela composição algorítmica, dispomo-nos a pensar sobre a questão estrutural pelo seu próprio mérito. Isto é, imaginávamos métodos de composição formal independentes do conteúdo material, o que parece paradoxal, visto que anteriormente reconhecemos uma só natureza para o conteúdo material e o dado formal de uma peça. A questão é que existem diferentes níveis de abstração que contemplam o processo compositivo e, em um nível primordial, o pré-compositivo, o que assegura a concepção de objetos conceituais diversos. Nesse sentido, com a intenção de elaborar um método compositivo exclusivamente formal, decidimos pautar-nos na rejeição do emprego da repetição e da variação motivica como ferramentas estruturantes.

A respeito de ideais estéticos, compartilhamos, com a tradição serial, uma certa ressalva quanto ao recurso da periodicidade, mas divergimos quanto à intensidade de sua busca. Por basearmos-nos no trabalho teórico de Pousseur (2009), que foi claro ao destacar a importância de atentar-se aos limites da não-repetição, não queríamos ser dogmáticos sobre isso. Simplesmente, não nos interessamos pela polarização (seja tonal, rítmica, ou qual for), ao ponto de não promovermos a sua existência, tampouco, a sua extinção. O ideal que estabelecemos é o de emancipar a composição de estruturas da consideração temática, isto é, abandonar relações entre conteúdos, como *antecedente* e *consequente*, por exemplo. Dessa maneira, buscamos procedimentos de estruturação alheios ao caráter figurativo do material.

Pensávamos na estrutura musical como algo imaterial, transparente, cuja presença era notada por intermédio das distorções às quais o material estava submetido. Ao refletir sobre estratégias para modelar isso, uma imagem mental nos ocorreu: um lápis, inserido em um copo com água, tem a sua imagem fragmentada pela atuação do fenômeno da refração¹²⁴. Essa atuação é o que evidencia os limites existentes entre os diferentes meios transparentes, como a água e o ar. O deslocamento na imagem do objeto contínuo é o que permite a percepção dessas fronteiras.

FIGURA 5 - IMAGEM DE UM LÁPIS REFRAATADA PELA ÁGUA



FONTE: <https://www.needpix.com/photo/download/977631/pencil-bent-pencil-pencil-in-water-refract-refraction-optical-illusion-water-angle-of-refraction-index-of-refraction>. Acesso em: 02 ago. 2019.

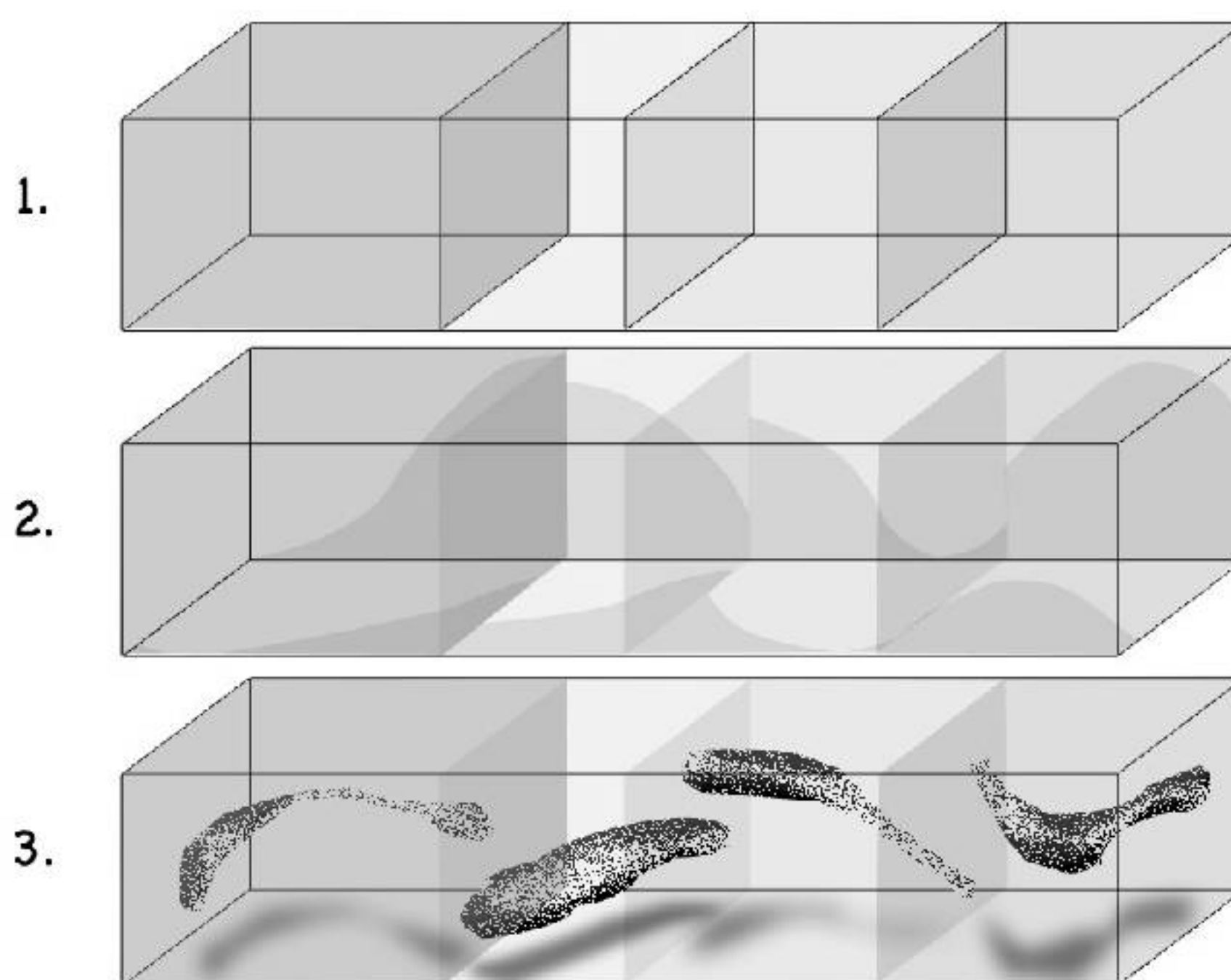
Inspiramo-nos neste conceito. Com isso, ocorre-nos que o efeito, que as seções estruturais teriam sobre o material musical contínuo¹²⁵, deveria ser similar ao efeito que os meios transparentes têm sobre a imagem do objeto contínuo, sugerindo que a interrupção na continuidade instaurada anteriormente serviria como indicativo dos limites de uma zona estrutural. Além disso, a metáfora do copo

¹²⁴ As informações a respeito da refração foram consultadas no livro *Fundamentos da Física* de Francisco Ramalho Júnior et. al., 1982.

¹²⁵ Continuidade expressa na primeira etapa, terceiro passo, de nosso procedimento.

oferece-nos um modelo prático para a implementação dessa estratégia: o cálculo da refração. Para a implementação dessa ideia, promovemos um particionamento prévio do espaço musical e definimos um “índice refratário” para cada seção (Fig. 3.3, item 1). A inclinação do perfil paramétrico ondulatório ¹²⁶, ao atingir a linha de transição entre seções, e a razão entre os índices refratários das seções define a magnitude do desvio que o perfil sofrerá ¹²⁷. No entanto, o perfil daquele ponto em diante não tem o seu ângulo alterado, como aconteceria com um raio de luz. Determinamos a ocorrência de uma mudança de fase na onda paramétrica, o que causa não apenas um desvio na continuidade, mas também a sua ruptura.

FIGURA 6 - ESQUEMA DA SEGUNDA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO



FONTE: Do autor (2019).

A segunda etapa de nosso processo é referente ao seccionamento, ilustrada na figura 6. O primeiro passo apontado é a fragmentação do espaço musical aliada à atribuição de índices refratários, os quais são representados na imagem pela opacidade de cada seção. No passo seguinte, os perfis paramétricos sofrem deslocamentos ocasionados pela transição entre as seções distintas. Já o terceiro passo representa a disposição do material musical sobre o contorno formal

¹²⁶ Esses são os perfis expressos na primeira etapa, segundo passo (Figura 3.1).

¹²⁷ A equação seria: inclinação 2 = inclinação 1 * índice refratário 1 / índice refratário 2.

resultante. Essa etapa é orientada pela teoria de James Tenney, que considera a disjunção relativa entre TGs (ver seção 2.3.2) como um indicativo da delimitação de uma nova seção e/ou do aprofundamento dos níveis hierárquicos.

3.2.3 Etapa 3

As duas etapas descritas anteriormente formam a base de nosso método, enquanto a terceira etapa consiste na realização de ajustes finos na disposição dos grandes blocos estruturais e na redefinição das dinâmicas, para sublinhar os gestos e criar maior sentido de estruturação interna.

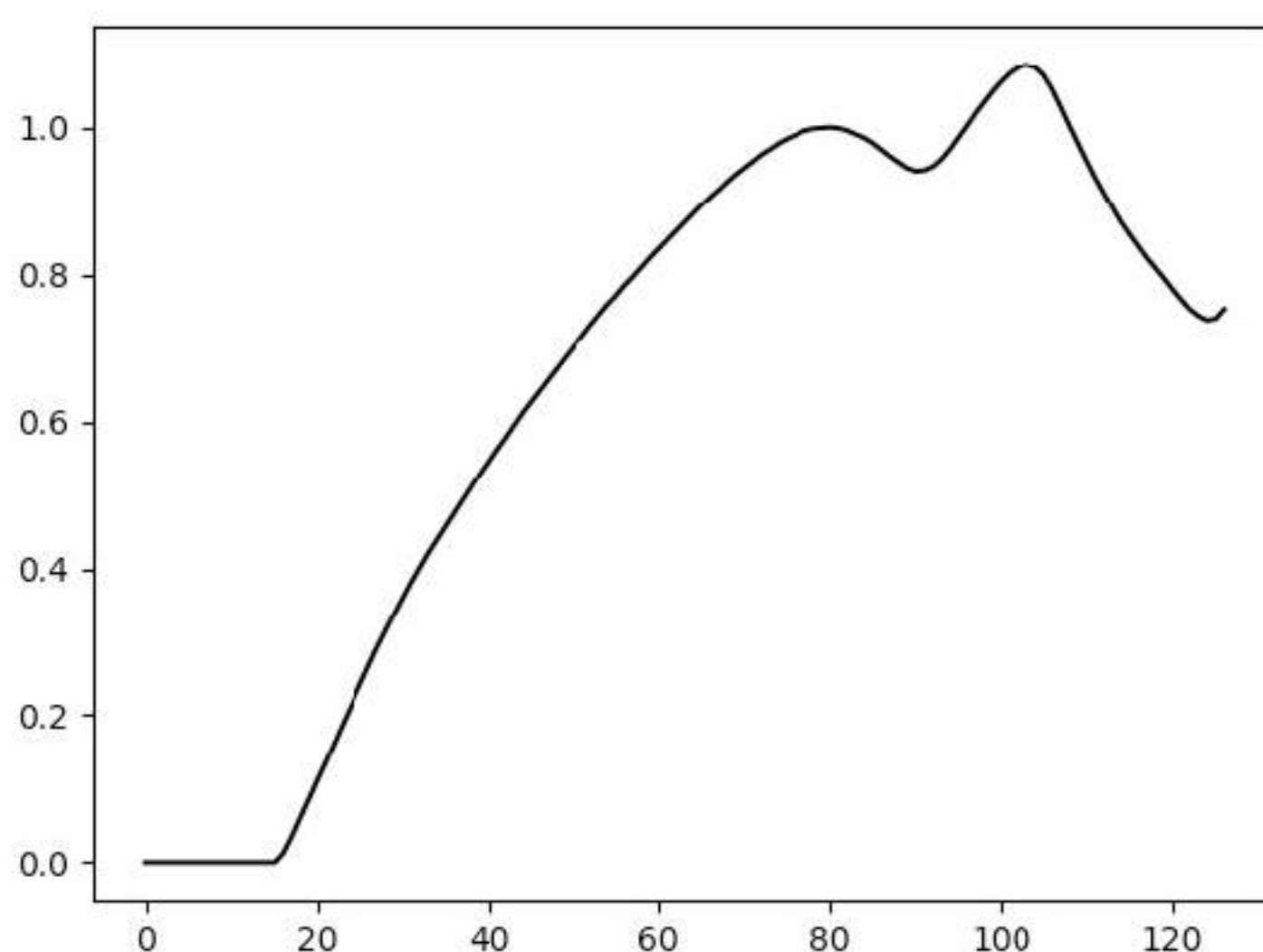
Inicialmente, o perfil paramétrico das intensidades define todo o comportamento dinâmico do material musical. Por isso, essa dimensão é caracterizada por longas curvas, desprovidas de nuances que acentuem os agrupamentos de estruturas. Para contemplar esse aspecto perceptivo, elaboramos um procedimento adicional que define as intensidades de acordo com a formação de gestos musicais. Assim, ficamos com dois métodos para tratar a dinâmica: um de caráter direcional, o outro, gestual.

O método gestual atribui o valor para a intensidade conforme o produto de dois termos. O primeiro é dado pela razão entre a duração da nota anterior e a da nota atual. Se uma nota curta é sucedida por uma longa, essa segunda tem uma intensidade proporcionalmente menor à primeira nota – e vice-versa, uma nota curta após uma longa é mais forte que a anterior. O segundo produto é definido de acordo com uma tabela baseada nas curvas de *equal-loudness* de Fletcher-Munson (SUZUKI, 2003), autores que mapeiam a percepção de intensidade sonora a partir da escuta, levando em consideração as particularidades de nossa percepção. Os valores da tabela que usamos foram obtidos a partir da inversão da curva dos 40 *phons* de Fletcher-Munson, redimensionando-a de maneira que o valor de intensidade a 1000 Hz corresponda ao fator multiplicativo 1, ou seja, sem que o valor de entrada seja alterado. A figura 7 representa essa curva: o eixo horizontal associado às alturas MIDI das notas musicais e o eixo vertical, aos fatores multiplicativos da curva de *loudness*.

Portanto, o método gestual de intensidades depende de grandezas de nível elementar como durações vizinhas e altura absoluta. Esse método é combinado em diferentes proporções ao método direcional, formando um gradiente entre o

totalmente direcional e o totalmente gestual. A forma que ocorre o controle desse gradiente é mais um ponto de integração paramétrica. O controle foi delegado a um dos perfis paramétricos originais, o perfil do andamento, de maneira que os andamentos mais acelerados correspondam à predominância do método direcional de intensidades, enquanto os andamentos lentos, à maior influência do método gestual. Essa escolha veio da conjectura de que a apreensão do ouvinte seria prejudicada pela velocidade sucessiva dos eventos – supomos que um grau de mudança maior exigiria mais tempo de apreciação.

FIGURA 7 - CURVA QUE RELACIONA CADA ALTURA A UM FATOR MULTIPLICATIVO



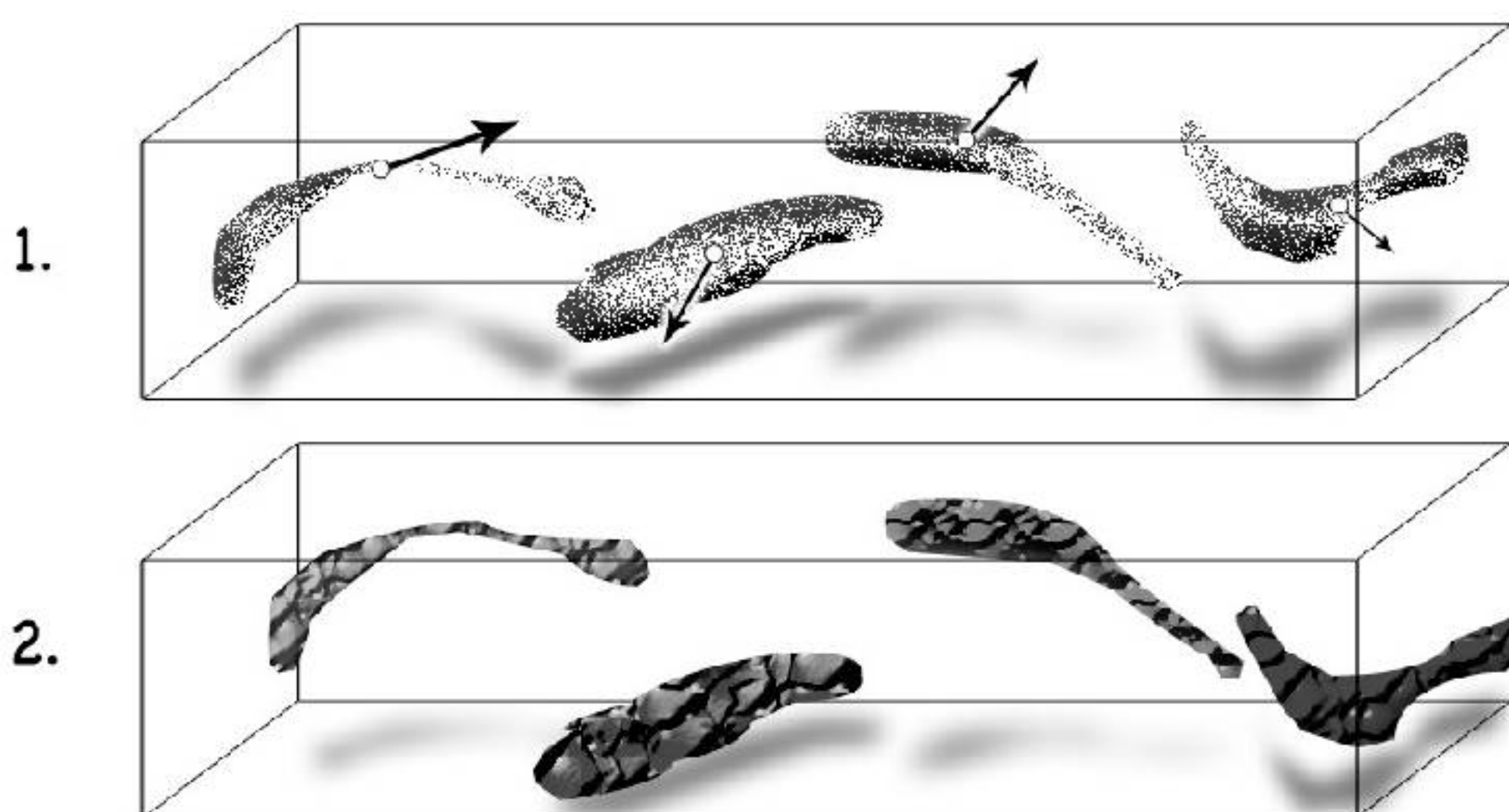
FONTE: Do autor (2019).

Dito isso, método geral de determinação de intensidades é uma conjunção de vários fatores interparamétricos, dimensão que funciona como um agregador. Trata-se de uma intersecção entre diferentes grandezas e de diferentes níveis estruturais, pois, além da influência de baixo nível dos parâmetros individuais do elemento musical e da influência de alto nível dos perfis paramétricos globais, veremos, ao final da próxima etapa, que há um último ajuste na dinâmica, pautado em níveis estruturais intermediários.

3.3.4 Etapa 4

A quarta etapa é subdividida em dois passos, ilustrados na Figura 8. O primeiro deles consiste na ampliação das distâncias entre os conjuntos estruturais resultantes das duas primeiras etapas. Anteriormente, defendemos que diferentes regiões no espaço musical corresponderiam a diferentes caracteres musicais, então, quanto mais distante uma seção estiver das demais, mais distinta ela será, facilitando a compreensão estrutural. Desse modo, para garantir a otimização das distâncias, determinamos uma margem dentro da qual cada seção poderia deslocar-se e, através do emprego de um algoritmo de evolução diferencial, buscamos um conjunto de deslocamentos que garantiria a maior distância entre seções.

FIGURA 8 - ESQUEMA DA TERCEIRA ETAPA DE NOSSO PROCESSO COMPOSITIVO



FONTE: Do autor (2019).

O segundo passo concerne ao reforço da estrutura intrínseca ao material – que quantizamos mediante a aplicação do método de análise de James Tenney (1980). Procuramos, com isso, evidenciar os limites entre as estruturas por acentuações na intensidade de “cabeças” de formações gestuais, nos níveis hierárquicos do *clang* e da sequência. As notas correspondentes a esses pontos são acentuadas através da redução em 10% do lastro entre a sua intensidade atual e o valor máximo (127). Nas ocasiões em que uma nota representa tanto o início de um *clang* quanto de uma sequência, essa modificação ocorre duas vezes, propiciando

um acento maior. Essa é a última alteração na dimensão da intensidade, que, a partir de então, também sublinha os níveis estruturais intermediários.

4 AVALIAÇÕES

Este capítulo abrange diferentes avaliações de nossos resultados. Iniciaremos o capítulo fazendo uma análise de uma peça específica. Em seguida analisaremos os contornos morfológicos de representações de nossas peças e compararemos seus aspectos gerais com os contornos de exemplos musicais externos a nosso trabalho. As conclusões estarão diluídas neste capítulo, mas dedicaremos uma parte exclusiva dele para esse tipo de considerações. Nesta última seção do trabalho também discorreremos sobre uma miscelânea de questões evocadas durante a condução desta pesquisa.

4.1 ANÁLISE MUSICAL DA PEÇA *O QUE NÃO SE FOI NO EFEITO JOULE*

A seguir analisaremos uma peça ¹²⁸ que foi gerada após a versão final de nosso programa, uma obra monofônica executada por um instrumento virtual percussivo. Esta será uma análise subjetiva, na qual dividiremos a peça em trechos, ou momentos, e interpretaremos suas funções (de um ponto de vista narrativo). Ao descrevermos impressões a respeito de como a peça “se comporta”, avaliaremos os efeitos sensíveis de nosso método de estruturação musical.

Antes, porém, apresentaremos alguns dados objetivos da peça, contrapostos às constantes que determinam como e quanto esses detalhes podem variar em diferentes instâncias. Essas constantes foram definidas durante a redação do código e foram ajustadas empiricamente:

- a) A peça tem 4 minutos de duração. Esse valor é resultado de um sorteio a partir de uma distribuição de probabilidades triangular com ponto mínimo igual a 3 minutos, ponto máximo igual a 5 minutos e moda igual a 3,5 minutos. Essa faixa de durações foi decidida tendo em mente o processo de programação, que consistiu em ciclos de implementação e análise dos resultados. Consideramos que uma peça mais curta poderia dificultar a avaliação do desenvolvimento musical a longo prazo, e uma peça mais longa prolongaria o tempo necessário para que essa avaliação fosse feita;
- b) Usamos uma paleta de alturas restrita à escala cromática. Essa, porém, depende do material pré composto, que é depois modulado pelos perfis da

¹²⁸ Essa peça pode ser encontrada em [acessado pela última vez em 26/08/2019](#).

- etapa 1. Caso haja interesse, é possível trabalhar com qualquer gradiente de alturas. Como a transposição ocorre com a soma de um valor de altura original a um valor dado pelo perfil de alturas, qualquer relação fracionária seria mantida. A extensão da peça que analisamos vai da nota si 2 (MIDI 47) à nota fá# 6 (MIDI 90). Decidimos usar uma extensão do âmbito de um quarteto de cordas, porém o intervalo exato foi decidido empiricamente. A constante referente à extensão está registrada no código, sendo necessária sua edição para implementar qualquer alteração nesse sentido;
- c) A dinâmica prescrita para cada nota faz uso dos 127 graus de variação permitidos pelo protocolo MIDI, que foi o padrão escolhido durante a implementação do programa (excluindo o valor de *velocity* 0, correspondente a pausas);
- d) As durações são o parâmetro básico de maior flexibilidade. Assim como existem valores originais de altura, provenientes do gerador melódico, as durações têm um valor prévio. Durante a aplicação do perfil de andamento, o valor inicial de duração é multiplicado por entre 0,25 e 4 vezes o seu valor. Essa modulação tem resolução máxima de 1 milissegundo, variações menores sendo truncadas. Isso resulta em variações rítmicas virtualmente contínuas. A amplitude da variação de andamento e a resolução foram definidas empiricamente e estão codificadas no programa.

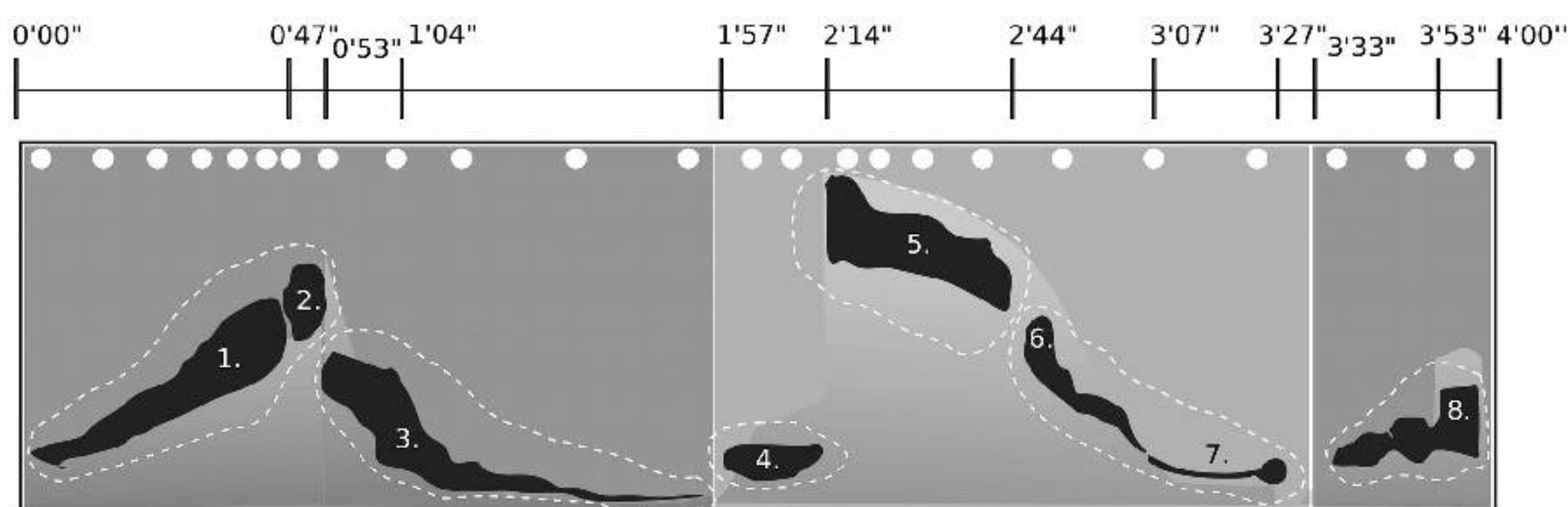
Tendo em vista a influência que os compositores da escola de Darmstadt tiveram sobre o aspecto teórico de nosso trabalho, nossos resultados estéticos podem ser considerados conservadores, já que os elementos com que trabalhamos são notas de alturas, intensidades e durações definidas, sem considerações a respeito da imensa complexidade dos aspectos internos dessas unidades elementares. Além disso, trabalhamos com um escopo reduzido no que diz respeito a texturas, já que nos limitamos, por ora, à composição monofônica. Ainda, a ênfase que demos à dimensão simbólica da composição musical sugere uma conexão forte com a segunda escola de Viena, o que põe em contradição nosso objetivo de trabalhar a composição de música nova.

Nesse sentido, tivemos que nos atentar ao que torna nossa proposta relevante perante o contexto atual. Consideramos que o alto nível de complexidade com que as inter-relações musicais podem ser estabelecidas é uma das características mais marcantes da composição algorítmica. Portanto, para que

esteticamente nossa proposta tivesse relevância, seria importante nos certificarmos de que cada relação fosse minuciosamente mantida, e ao invés de nos valermos da execução aproximada feita por músicos, com instrumentos tradicionais, decidimos adotar sintetizadores e instrumentos virtuais para a reprodução de nossas peças. Uma decisão similar à decisão tomada no passado por compositores interessados em produzir música para pianola que contemplasse suas características particulares¹²⁹.

A figura a 9 é um esquema para a análise da peça. Na parte superior da figura está a linha do tempo, com destaque em pontos de interesse. Abaixo da linha, na parte superior do retângulo maior, representamos as variações de andamento através do espaçamento entre os círculos brancos. As seções retangulares em tons de cinza alternados destacam as grandes unidades estruturais. As oito manchas pretas representam subdivisões gestuais de médio porte, designadas de acordo com a função que cumprem na peça. As linhas tracejadas indicam as manchas que são estreitamente relacionadas entre si e, nos casos em que elas envolvem apenas uma mancha, reforçam a unidade dessas. A disposição vertical das manchas pretas representa impressões sobre a energia da peça. Não se trata de um parâmetro mensurável, ela envolve uma combinação subjetiva de todos, mas especialmente dos parâmetros registro e intensidade. Através desse mapeamento, poderemos nos referir a partes específicas da peça. Neste primeiro momento, optamos por preterir representações literais da peça, decidindo por introduzi-las em uma posterior análise geral da morfologia de nossos resultados.

FIGURA 9 - ESQUEMA DE ANÁLISE DA PEÇA *O QUE NÃO SE FOI NO EFEITO JOULE*



FONTE: Do autor (2019).

¹²⁹ A exemplo de Conlon Nancarrow e György Ligeti.

A peça tem início com uma série de gestos pontuais, que são enfatizados progressivamente através de uma combinação de crescendo dinâmico e de um andamento cada vez mais acelerado. Ao longo desse primeiro momento são apresentados os pequenos motivos que compõem o material usado ao longo da peça – em especial uma pontuação rítmica formada pelo destaque de duas notas curtas que precedem os momentos de silêncio.

Destacamos uma formação, representada na figura 9 pela mancha de número 2, que é uma extensão do primeiro momento. Ela é caracterizada por uma suspensão no processo de aceleração apresentado anteriormente, suspensão que é causada por um dos pontos de inflexão do perfil de andamento. Esse trecho também é caracterizado pela tendência de movimento descendente no domínio das alturas. A quebra sutil do caráter impositivo do trecho que o antecede faz deste um prenúncio da primeira grande cisão na peça, que acontece ao fim dele e é marcada por um súbito forte em uma nota grave.

Se até esse momento a peça vinha crescendo progressivamente, no trecho indicado pela mancha 3 ocorre um processo de relaxamento que resulta da coincidência de reduções em registro, andamento e dinâmica. A peça entra aos poucos em uma região marcada pelo silêncio, que é interrompido pontualmente por gestos fracos. Em uma analogia, o momento em questão lembra o adormecimento em situações públicas, quando tentamos nos manter acordados, porém esse esforço não vai além de pequenos espasmos de consciência que são prontamente abafados pelo sono inexorável.

A grande seção que abarca as três primeiras manchas forma um arco de desenvolvimento. Ao fim desse arco, a peça está em um estado de pouca energia, o ponto de inflexão inferior da peça. Então, um gesto acelerado destoa dos anteriores, sugerindo um acréscimo em energia e marcando o início de um novo ciclo macroestrutural. A ele se segue outro gesto, com propriedades ainda mais distantes do estado de relaxamento inicial. A variação entre esses dois gestos indica um movimento ascendente em todos os perfis, em direção a um ponto médio. Além da direção desse movimento, deduzida pela sucessão dos gestos, também podemos estimar a taxa com que a variação ocorre, gerando uma expectativa em relação ao desenvolvimento futuro da peça.

Entretanto, após o segundo gesto do trecho 4 ocorre uma pausa cujo prolongamento destoia em termos do intervalo de tempo esperado até o próximo gesto. A frustração de expectativa é acentuada por um grande salto energético, salto esse que é resultado do processo de refração ¹³⁰. É um momento de surpresa, representado pela mancha de número 5. A extremidade superior do registro é explorada pela primeira vez e, combinada à dinâmica forte, dá destaque a esse trecho. Além disso, o andamento atinge o auge próximo ao início desse trecho.

A mancha 6 representa um novo movimento em direção à média, dessa vez partindo do ponto de inflexão superior. Diante do destaque que teve o momento anterior, e porque executa um movimento de esvaziamento similar ao ocorrido no trecho referido pelo número 2, esse trecho assume um caráter de reexposição. Tendo em mente o arquétipo do desenvolvimento cadencial (uma generalização do gesto de tensão e relaxamento), e considerando o modo como a direcionalidade expressa no trecho 6 indica um movimento de relaxamento, cria-se a expectativa de proximidade da conclusão da seção e, posteriormente, da peça.

Ao longo de toda a peça, o aparente prolongamento de algumas pausas (como foi o caso do final da mancha 4) quebra a expectativa quanto à velocidade com que ocorre o encadeamento gestual. Na mancha 7 ocorre o fechamento da segunda seção. Seu início é marcado por uma nota longa que destoia do restante da peça. O mesmo efeito que o prolongamento de pausas teve ao longo da peça ocorre, porém nesse momento a descontinuidade é causada por um som, ao invés de silêncio.

A existência de um elemento novo não é o único fator que evidencia esse momento. Avaliamos que efeitos contrastantes da percepção subjetiva do tempo contribuem para seu destaque. As curvas que controlam o andamento “orientam a evolução do som positiva ou negativamente” (GRISEY, 1987, p. 249). Se, por um lado, com a aceleração “o presente se torna mais denso [...] e o ouvinte é impulsionado” em direção ao que virá, por outro, “com a desaceleração o ouvinte é puxado para trás”. Até o trecho 7, vínhamos em um movimento de rarefação da densidade rítmica da peça e, assim, a demanda por atenção imediata havia sido reduzida. Somado a isso, foi a segunda vez em que esse movimento ocorreu (a primeira foi na mancha 3), o que desperta uma sensação de familiaridade que é congruente com a menor demanda por atenção.

¹³⁰ Ver etapa 2 de nosso procedimento, p. 64.

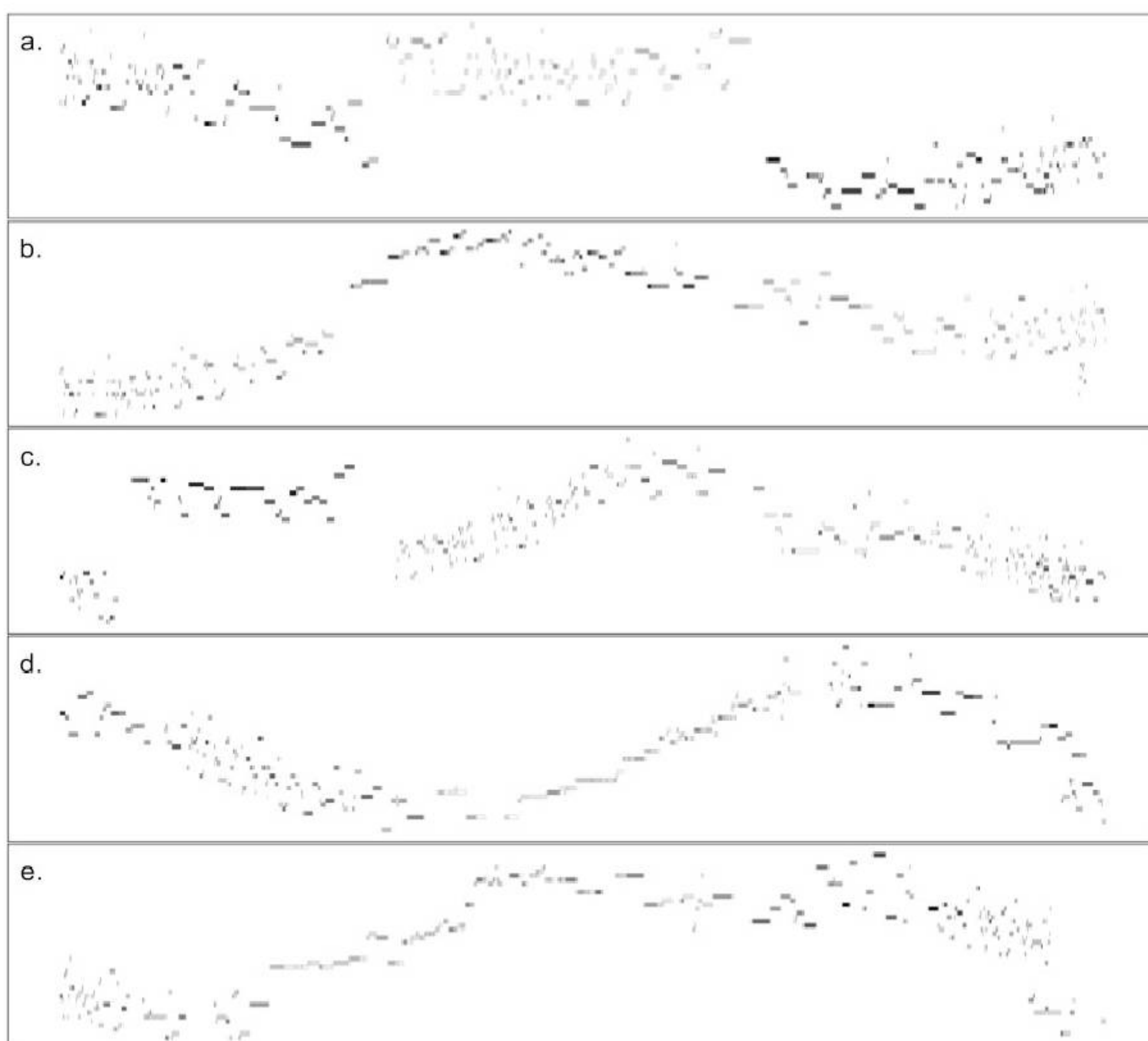
O prolongamento de notas, inédito até então, chama nossa atenção novamente para o presente. Essa dinâmica que descrevemos destaca o caráter do gesto seguinte. Esse gesto que se segue tem caráter conclusivo. Podemos elencar três fatores que contribuem para tal: o fim da seção já era esperado, pelo movimento minguinte do trecho anterior; o gesto em questão termina pontuado ritmicamente pela figura que citamos ao falar da primeira mancha; e o silêncio que a sucede é prolongado o suficiente para se assumir que nada seguirá.

No entanto, a peça prossegue em uma espécie de coda (mancha 8). Esse trecho não tem nenhuma distinção além da quebra de expectativa que sua própria presença representa. Nesse sentido, a coda aparenta ter exclusivamente a função de negar a impressão de simetria e completude que o repouso deixaria. No final desse trecho há um platô de maior intensidade que termina por sublinhar a pontuação rítmica que já era característica. Assim, a peça termina de maneira assimétrica. O fim da segunda seção, que representaria um ponto final, é substituído por uma exclamação, ou talvez uma interrogação.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONTORNOS MORFOLÓGICOS

A seguir faremos uma análise morfológica da representação de algumas peças produzidas por nosso programa. A figura 10 apresenta cinco *piano rolls* de peças compostas pelo algoritmo aqui descrito. Em cada faixa, o plano vertical representa o campo das alturas, o plano horizontal representa o tempo e a opacidade de cada nota representa sua intensidade. Embora essas peças tenham diferentes durações, suas representações foram redimensionadas horizontalmente para que todas coubessem uniformemente em uma mesma coluna.

FIGURA 10 - PIANO-ROLLS DE CINCO PEÇAS PRODUZIDAS POR NOSSO PROGRAMA



FONTE: Do autor (2019).

O primeiro exemplo (figura 10-a) é o mais claro em termos de seccionamento. Podemos observar três seções com destaques claros de registro, apresentando – grosso modo – registros médio, agudo e grave, nessa ordem. Além disso, as intensidades médias de cada seção são contrastantes, o que contribui para a distinção entre elas. Existe um atributo, porém, que se desenvolve de maneira contínua: o andamento. Ele é, talvez, o aspecto mais direcional da peça. Vemos um ritardando na primeira seção; na seguinte, um acelerando, cujo ápice se encontra aproximadamente na metade da seção, que é sucedido de um novo ritardando; a última seção faz um movimento oposto ao da primeira, e é marcada por um acelerando. O andamento, portanto, segue um padrão ondulatório bem evidente, não havendo ponto de cisão se considerado individualmente.

Se nos atentarmos para o item *d* da Figura 10, temos um exemplo mais explícito do formato senoidal de desenvolvimento. De maneira similar ao andamento do item *a*, as alturas do item *d* não sofrem ruptura significativa. A explicação para a inconstância no distanciamento paramétrico entre seções está no procedimento de segregação baseado na refração.

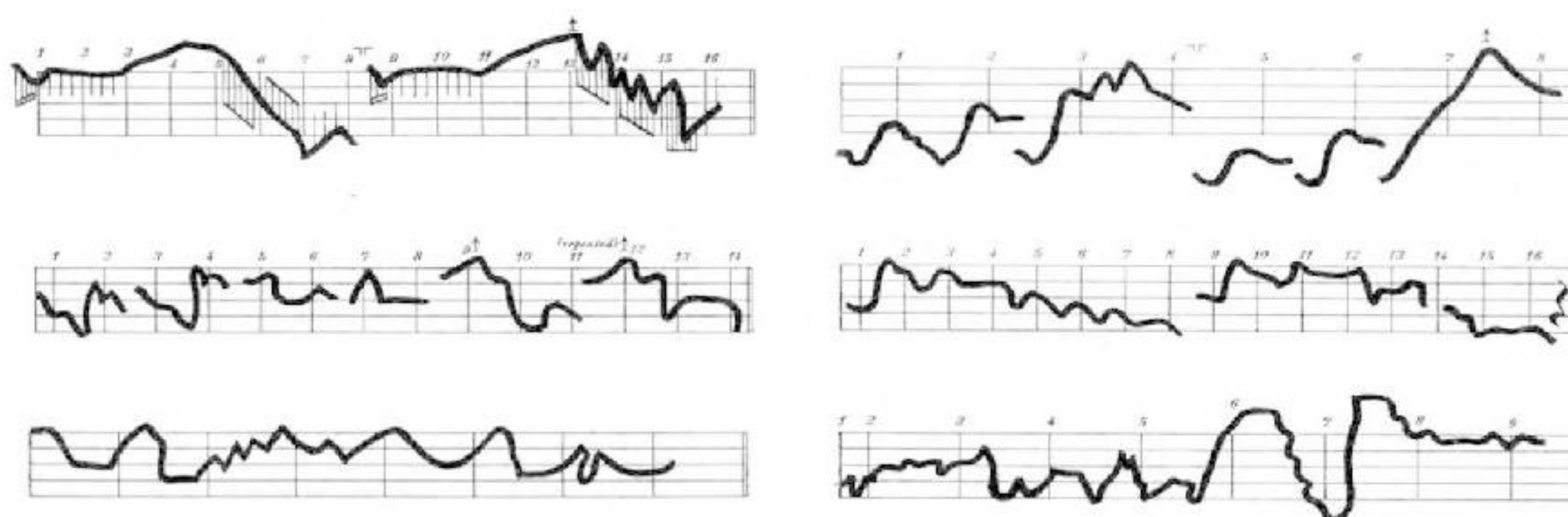
Como foi apresentado anteriormente, durante o processo de composição o espaço é dividido em seções com diferentes índices de refração. Além disso, existe um contorno ondulatório para cada dimensão musical. A inclinação de cada contorno ao atingir a linha de transição entre seções e a proporção entre os índices refratários das seções fronteiriças influenciam no quanto a continuidade de cada contorno é quebrada. Como cada contorno tem fase e frequência próprias, eles atingem as linhas de ruptura com inclinações distintas. Quando um contorno atinge uma nova seção durante o vale ou a crista da onda, seu deslocamento é quase nulo. Observe nos itens *a* e *d* os pontos onde se deduz uma nova seção. Tanto o andamento em *a* quanto as alturas em *d* atravessam esses limites em suas amplitudes máximas ou mínimas. Portanto, é possível que tenhamos rupturas mais ou menos expressivas em cada parâmetro. Isso contribui para a diversidade formal, já que a transição entre seções é evidenciada de maneiras e intensidades diferentes para cada peça.

No item *b* temos mais um caso em que há três seções. Essa, no entanto, parece ser mais assimétrica em comparação com as seções que já observamos. A lacuna entre a primeira e a segunda seção é clara, pois visualmente o eixo das alturas expressa a cisão com mais facilidade. Nesse sentido, teríamos a partir da segunda seção um longo movimento descendente, o que dificultaria a distinção

entre as duas últimas seções. No entanto, podemos ter segurança na análise por dois fatores: primeiro existe um distanciamento horizontal mais pronunciado em um ponto intermediário, o que se traduz por um silêncio mais longo que a média; e segundo, na dimensão das intensidades conseguimos discernir dois blocos – ambos com uma direcionalidade pouco expressiva, porém em patamares suficientemente distintos. Aqui temos um exemplo da atuação do procedimento 1 da figura 8, de deslocamento dos blocos estruturais para ampliar os efeitos de distanciamento.

A partir das imagens de exemplo podemos generalizar alguns atributos do processo gerador, os quais persistem através das diferentes instâncias. O desenvolvimento ondulatório e a estruturação a partir da dupla operação de continuidade e segmentação são duas marcas desse processo. Esses princípios, longe de serem novos, estiveram em vigência ao longo dos séculos. A imagem a seguir evidencia a aplicação desses princípios em diferentes épocas.

FIGURA 11 - PERFIS TONAIIS: REPRESENTAÇÕES DE PEÇAS DE MOZART (COLUNA ESQUERDA) E BEETHOVEN (COLUNA DIREITA)



FONTE: SCHOENBERG, 2012, p. 132.

Esses “perfis tonais”, como Schoenberg os chama, foram expostos em Fundamentos da Composição Musical (2012), em um capítulo dedicado ao desenvolvimento melódico e temático. Segundo o compositor, trata-se de exemplos da maneira como melodias “se processam”: como ondas, intuição que vimos ser generalizada por Pousseur (2009). Na coluna da esquerda temos perfis retirados de três peças de Mozart; na coluna direita, perfis extraídos de peças de Beethoven; no livro existem ainda exemplos de Haydn e Bach, no mesmo sentido.

Correríamos o risco de cometer um anacronismo se compararmos nossos resultados com práticas antigas, visando apenas a validação de nosso método.

Seria algo como confirmar uma previsão feita após o fato consumado. Fazemos a comparação morfológica a fim de sugerir a sanidade de um princípio, e não da implementação específica (nosso método).

Lembramos que nosso trabalho não se insere em um contexto de reprodução histórica. Fosse esse o caso, qualquer similaridade indicaria apenas uma engenharia reversa acertada. Ao invés disso, este trabalho vem de um esforço para compor peças originais, em um contexto contemporâneo. Não partimos de um repertório estabelecido, mas nos baseamos em ideias de compositores do século XX – principalmente nos compositores da segunda metade desse século, influenciados pela música eletroacústica. Nosso objetivo era criar um método de composição próprio, automatizado e não ortodoxo (no sentido de nos referenciarmos pela criação de motivo, frases, temas, antecedentes e consequentes, por exemplo, abordagem que embasa os métodos dos compositores referidos por Schoenberg [2012, pág.132]). Sendo assim, quando identificamos semelhanças morfológicas entre nossas peças e outras produzidas por métodos tão distintos, nossa análise sugeriu que a interpretação pós-tonal acerca do fenômeno musical, na qual nos baseamos, mantém equivalências com princípios formais observados ao longo da tradição ocidental.

Considere a seguinte analogia: Ao longo da história, a matemática foi expressa de diferentes formas. Os numerais romanos (I, III, V etc.) simplificaram a representação de quantidades que, de outra maneira, seria pouco prática. Mas essa não era a única forma de se interpretar a questão numérica. O sistema numérico indo-arábico, por exemplo, compartilhava da facilidade de representação, mas oferecia vantagens adicionais quanto à manipulação numérica. Essa é a origem da aritmética. A geometria plana foi uma maneira ainda mais peculiar de se imaginar a matemática – através de relações espaciais – e tinha vantagens próprias. Já a abordagem da geometria analítica reuniu benefícios da álgebra e da geometria plana e contribuiu para o desenvolvimento da matemática moderna. Tudo isso diz respeito à maneira como se imagina a matemática. Cada abordagem oferece uma gama própria de ferramentas para facilitar a resolução de problemas e, principalmente, para permitir a formulação de novos problemas.

A música passa, em certo sentido, pelo que passou a matemática séculos antes. Vemos isso no desenvolvimento da escrita musical, que deu suporte para uma problematização de questões musicais mais sofisticadas. Nesse sentido

podemos citar os tratados de contraponto e harmonia como desdobramentos notáveis. No século XX – seja pela expansão de técnicas instrumentais, seja pela introdução de novas mídias – o desenvolvimento da linguagem musical criou uma demanda sem precedentes por novos meios de representação, fossem eles gráficos ou teóricos, e isso ocorreu através da expansão, reinterpretação ou adição de conceitos. No contexto deste trabalho enfatizamos a representação teórica pois, voltando à analogia anterior, de que serviria a instituição de mais um símbolo no sistema de numerais romanos? Acreditamos que as representações mais potentes para a música nova serão, como foram em outros campos do conhecimento, as que nos façam reinterpretar aquilo que já conhecemos.

Antes de encerrarmos a analogia matemática: pode-se chegar ao teorema de Pitágoras tanto através da álgebra quanto da geometria plana. No mesmo sentido, a estruturação musical pode ser pensada de diferentes maneiras e, ainda assim, pode se atingir um ponto em comum. Nesse sentido, as similaridades morfológicas que apontamos representam o “fato musical” comum, que pode ser acessado através de diferentes métodos.

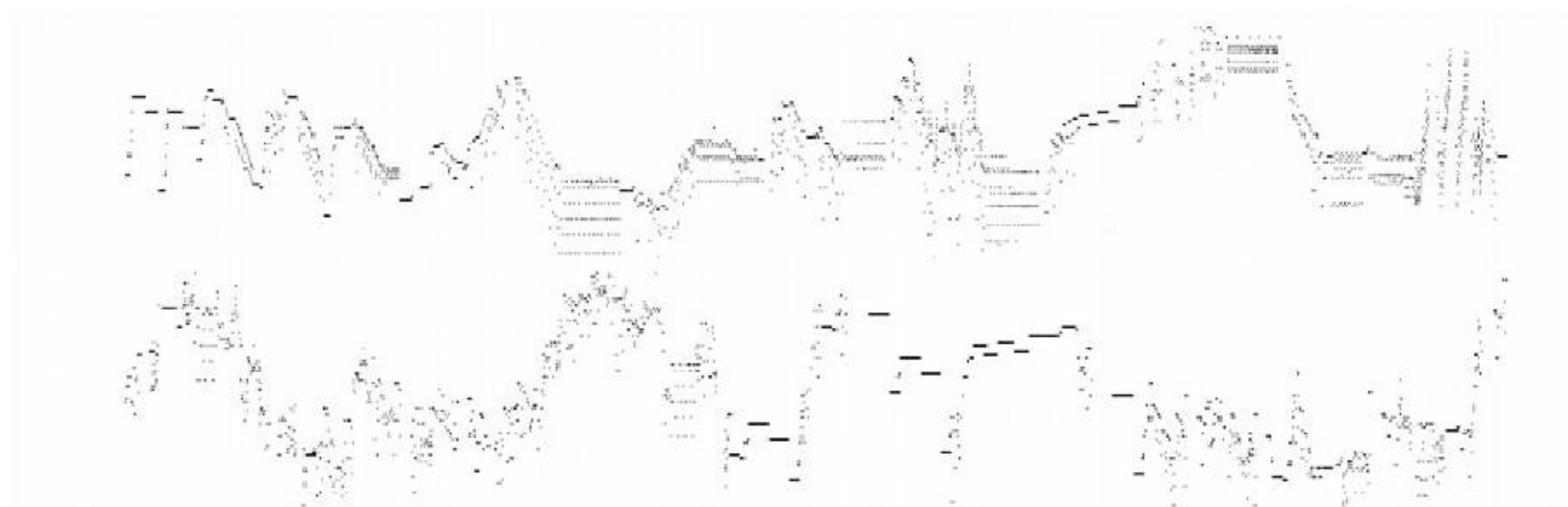
O mérito da composição algorítmica nesse processo poderia, portanto, ser questionado.. Se o ponto principal for a aferição de algum grau de equivalência entre diferentes visões musicais que existem há muitos anos, esse paralelo poderia perfeitamente ser feito através da análise de um repertório estabelecido. Porém, a contribuição da composição algorítmica é testar hipóteses formais. Uma das vantagens da utilização do computador para a atividade compositiva é mapear as consequências de uma proposta compositiva quando levada a cabo com rigor.

A composição convencional se vale da capacidade humana de dobrar as regras de acordo com a intuição – o “erro intencional” que é, muitas vezes, o fator responsável pela qualidade artística de determinada obra. Ao passo que automatizamos o processo compositivo, minamos essa possibilidade. Em um primeiro momento, isso soa como o abandono de tudo o que é sagradamente humano no processo criativo; algo sobre o qual Boulez protestou em seu texto *Alea* (BOULEZ, 2008, p. 43). Entretanto, o que é um trunfo para a criação se torna uma limitação perante a demanda por formalização vinda do esforço por uma completude teórica – presente em um contexto didático, por exemplo. Nesse sentido, ao refletir sobre seus métodos de criação é possível que o compositor não perceba a extensão das exceções que introduz intuitivamente para que seu sistema de fato funcione.

A automatização de um método requer um sistema formal sem lacunas. O que não pode ser descrito, não pode ser replicado. Isso implica uma grande dificuldade na automação de tarefas que, de outra maneira, seriam simples. Mas, em compensação, qualquer resultado efetivo obtido por esses meios é uma garantia da sanidade do arcabouço teórico que o embasa. E quanto menor a interferência humana nos resultados, maior é o indicativo da adequação na descrição do processo. O sucesso (ainda que modesto) em estruturar peças musicais de maneira consistente, atesta a robustez das representações internas do sistema. Nesse sentido, o trabalho que realizamos atesta a força das propostas teóricas de compositores como James Tenney e Henri Pousseur, mas cujas ideias também são comuns a nomes como John Cage, Karlheinz Stockhausen, Iannis Xenakis, Pierre Boulez e Gérard Grisey.

A próxima comparação morfológica vem no sentido de estabelecer que as características do desenvolvimento musical aplicado em nosso programa não têm correspondência apenas com as características da composição feita a priori, de “papel e caneta”, mas também figuram na improvisação. A imagem a seguir mostra a representação em piano roll de duas peças. O exemplo na parte superior ilustra a gravação de uma improvisação da pianista Elisabeth Harnik, enquanto a peça inferior foi gerada por um programa de Gerhard Nierhaus (2015) feito para modelar as técnicas da pianista. O programa em questão faz parte de um projeto para aplicar aprendizado de máquina à improvisação musical. Durante o projeto foi gravada uma série de improvisações, posteriormente submetidas à análise probabilística através de uma técnica derivada das cadeias de Markov.

FIGURA 12 - PIANO-ROLLS DE UMA IMPROVISACÃO NO PIANO (PARTE SUPERIOR) E UMA PEÇA GERADA POR COMPUTADOR (PARTE INFERIOR)



FONTE: NIERHAUS, 2015, p. 27.

Podemos observar a semelhança com nossos exemplos. Essas peças têm durações maiores que as nossas, o que justifica a maior quantidade de ciclos de variação. Outra distinção está no fato de que essas peças têm uma dimensão de polifonia, enquanto as nossas são exclusivamente monofônicas. Apesar das diferenças, elementos como a variação do andamento (ver região centro-direita da peça inferior) são congruentes com nossos exemplos. E, ainda que a segregação entre estruturas não esteja tão evidente quanto em nossas peças, ao longo dos exemplos podemos notar variações de continuidade.

Os resultados de Nierhaus foram obtidos de maneira distinta da nossa. Eles vieram de uma análise computadorizada de material pré-existente. Já nossos resultados foram fruto da implementação explícita de um modelo teórico. Fizemos o caminho inverso: partimos da teoria em direção aos exemplos. A semelhança da morfologia de nossos resultados com a de resultados provenientes da análise de improvisações é um indício de que os princípios aqui expressos não são exclusivos de um processo compositivo dependente de planejamento prévio e abstração pormenorizada. Os princípios composicionais de continuidade e segregação também estão presentes no discurso musical proveniente de um fluxo criativo.

Essa análise e comparação da morfologia das representações foi proposta considerando que “aplicações repetidas de um modelo, sob circunstâncias diferentes, tornam seus limites claros” (KOENIG, 1978, p. 5). Ou seja, “o acúmulo e a correlação dos resultados fazem o modelo revelar, ao mesmo tempo, a si mesmo e a extensão com que ele coincide com uma parte da realidade musical”¹³¹ A comparação visual é um atalho para que tenhamos uma ideia estimada do comportamento produzido pelo modelo. Nesse sentido, incluímos no Apêndice 3¹³² deste trabalho uma série de *piano rolls* similares aos da figura 12.

4.3 CONCLUSÃO

Na análise do início deste capítulo, quando falamos na função das diferentes partes da peça, atribuímos sentido a algo que foi estruturado por um processo alheio

¹³¹ Ibidem. Tradução nossa. No original: “repeated application of a model under changed circumstances makes its limits clearer; accumulation and correlation of the results cause the model to reveal itself and at the same time the extent to which it coincides with a part of musical reality”.

¹³² Ver Apêndice 3.

a esse tipo de consideração. A função a qual nos referimos foi construída durante a escuta, sem que cada evento musical tenha sido montado com uma finalidade objetiva.

No início desta pesquisa, quando pensávamos na quantidade de fatores envolvidos na estruturação musical, tínhamos a impressão de que começaríamos uma tarefa sem fim. Agora, embora vejamos inúmeras maneiras de continuar o trabalho, consideramos ter atingido um mínimo necessário para a composição de peças inteiras. O equívoco de então foi considerar a complexidade de maneira global, como se nosso sistema tivesse que abordar sozinho cada aspecto de como a peça é percebida. Porém, o fenômeno musical não se restringe apenas à atividade do compositor; cabe também ao ouvinte ¹³³ construir internamente a peça a partir do que lhe é apresentado. Se considerarmos isso, a tarefa compositiva passa a ter proporções administráveis.

Devemos esclarecer que existe uma diferença entre reconhecer o papel do ouvinte em interpretar ativamente uma peça e esperar que isso transforme qualquer formação aleatória em algo coerente. Afinal, muito falamos sobre os efeitos psíquicos que a música aleatória pode causar – a ergodicidade! Existe um nível de estrutura mínimo que uma peça deve ter para que o ouvinte possa preencher suas lacunas. É importante que saibamos que a construção dessa estrutura não depende de um sem-número de relações complicadas ¹³⁴, *ad hoc*. A construção da estrutura passa pela operação dupla da qual falamos no contexto teórico¹³⁵, de *unificação* e de *diferenciação* (e de todos os demais sinônimos para os dois conceitos).

No estágio de avaliação, nossas preocupações, que antes eram marcadas por um tom formalista, começaram a demandar considerações cada vez mais subjetivas. Isso ocorreu porque a questão estrutural, apesar do rigor que seu tratamento sugere, é traduzida, em última instância, para uma questão de sentido. Como vimos na seção 2.2, carências formais também podem ser categorizadas como falta de contexto, narrativa ou significado. As funções de cada trecho da análise (seção 4.1) transmitem a ilusão de haver intenção, e uma sequência de

¹³³ Aqui também incluímos intérpretes.

¹³⁴ No sentido da citação que fizemos no passado, de que "a estrutura superficial produzida por algoritmos de baixo nível pode ser um tanto 'complicadas' [...] ao mesmo tempo em que carecem de uma estrutura hierárquica rica" (ROADS, 2015, p.298), presente na página 33.

¹³⁵ Ver pág. 56.

intencões pode ser organizada de maneira narrativa. Isso nos aproxima de considerações quanto à música e à linguagem.

Voltemos às dificuldades imaginadas antes da condução desta pesquisa. Foi observado que “um computador consegue auxiliar o compositor nos níveis icônicos e indiciais da linguagem musical, mas não no nível do simbolismo peirceano” (COELHO DE SOUZA, 2013, n.p.). Essa limitação tem peso redobrado se considerarmos que “a organização formal do discurso musical – motivos, fraseologia, morfologia – pertence ao campo simbólico, assim como os processos de significação musical”, e “sem eles a música não alcança sua completude como linguagem”. Diante disso, nossa proposta enfrentaria uma barreira intransponível. Porém, como dissemos anteriormente, toda essa dificuldade vem da falsa premissa de que o computador precisa contemplar todos os aspectos da linguagem musical.

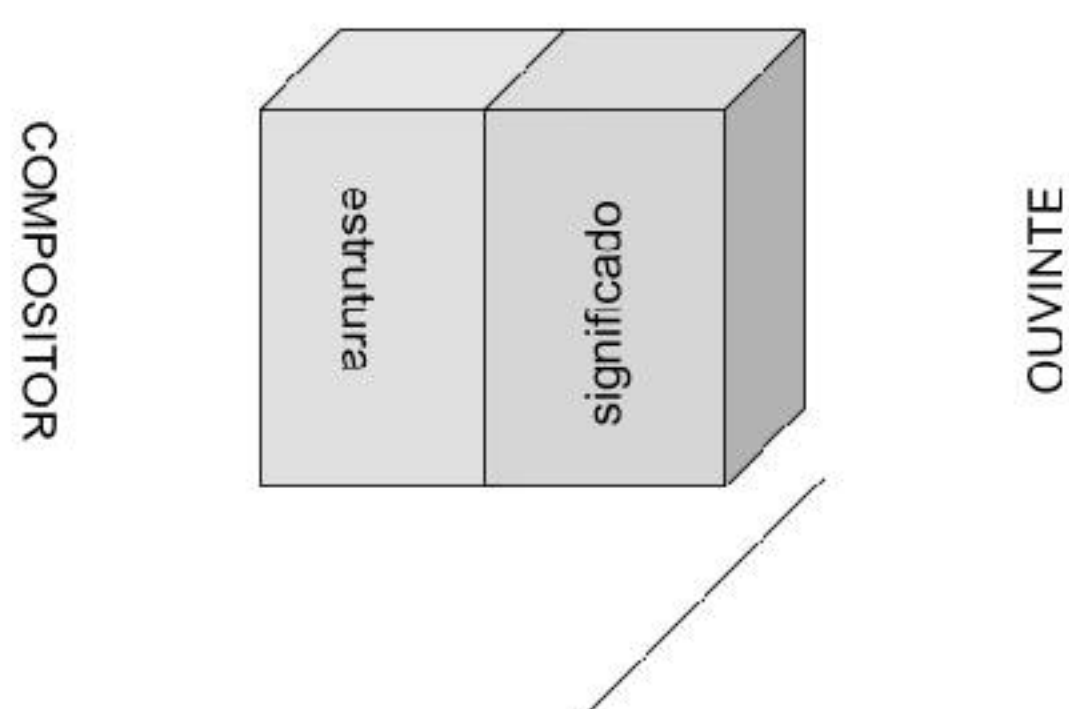
Consideramos que a citação acima se aproxima de um paralelo equivocado entre as formações estruturais e um possível significado referencial. Em oposição a isso, destacamos a proposição de que o significado musical está ligado a “valores que provém de um sistema” (HOLTZMAN, 1978, apud. KOENIG, 1978, p. 11). Esses valores “correspondem a unidades culturais, mas podem ser definidos como diferenças puras [...] *unidades de significado* não são definidas referencialmente, mas diacriticamente”. Nesse sentido, “significado se torna não o que unidades dizem ou ao que se referem, mas o que elas fazem”. Esse comportamento das unidades musicais, equivalente ao significado, é fruto da maneira como elas se inserem no nexo de relações que é o conteúdo/contexto estrutural da peça.

Ilustramos na figura 13 a ideia de que significado e estrutura hierárquica tratam da mesma coisa, porém vista por pontos de vista diferentes. A estrutura com a qual o compositor trabalha não tem, em si, significado comunicável – ainda que possa haver algum significado para ele. O significado é a maneira com a qual o ouvinte organiza o que percebe. Em um primeiro momento, trata-se de algo dinâmico e abstrato que está atrelado à percepção imediata. Com o tempo, o significado passa por transformações, indo em direção à compreensão da estrutura – em termos similares aos do compositor. Aqui, temos algo parecido com a pareidolia¹³⁶. Porém, como esclarecemos anteriormente, esse efeito não ocorre indiscriminadamente. A analogia do “mesmo objeto” nos ajuda a entender a

¹³⁶ Trata-se do efeito psicológico que opera quando identificamos uma imagem familiar em uma nuvem, por exemplo.

dependência do significado de uma peça à existência de uma estrutura hierárquica. Isso justifica a existência de queixas de falta de sentido em casos onde há carência estrutural.

FIGURA 13 - ANALOGIA DE ESTRUTURA E SIGNIFICADO COMO MESMO OBJETO, VISTO DE MANEIRAS DIFERENTES



FONTE: Do autor (2019).

Em nosso contexto, “significado é uma questão de valor posicional” (HOLTZMAN, 1978, apud. KOENIG, 1978, p. 11). As reflexões que fizemos acerca do recurso do espaço métrico para a solução do problema da estruturação vão nesse sentido. Anteriormente, associamos regiões do espaço a caracteres musicais distintos. Porém, é preciso que façamos uma complementação: partindo da sugestão de que o significado está relacionado ao que as unidades musicais “fazem”, devemos incluir a tendência de movimento como um dado relevante.

Segundo Gérard Grisey, a aceleração ou retardamento da “evolução do som” faz com que “daquele momento em diante [ele] não seja mais estático e neutro, mas *dinâmico e carregado de significado direcionado*” ¹³⁷ (GRISEY, 1987, p. 249). Dessa maneira, vemos sugerida uma associação entre direcionalidade e significado. Para entendermos de onde vem essa sugestão, basta-nos pensar nas diferentes acepções da palavra “sentido”. Embora Grisey estivesse se referindo somente à dimensão temporal, a direcionalidade integra todas as dimensões musicais.

Com isso, chegamos à conclusão de que o sentido de uma unidade estrutural (ou gestáltica) é dado por dois fatores: (1) sua posição no espaço musical e (2) o

¹³⁷ No original: “...which from then on is no longer static and neutral but *dynamic and charged with directed meaning*”.

movimento sugerido por seu desenvolvimento. Não coincidentemente, estamos novamente diante da dualidade: a posição de uma unidade diz respeito a suas relações externas, à sua separação das demais, e seu movimento depende da continuidade de seus elementos internos.

Desse modo, a tarefa de compor forma musical “não é mais tanto questão de imaginar diferentes curvas [...], quanto de compor com continuidade e descontinuidade, com dinamismo e estase” ¹³⁸ (GRISEY, 1987, p. 253). As etapas que listamos na seção 3.2 vão de acordo com essa ideia. Porém ressaltamos mais uma vez que a ideia em questão pode ser levada a cabo de diversas maneiras. Nada nas técnicas que empregamos é novo, em termos computacionais. Nossas conclusões dizem respeito ao contexto teórico que envolveu nossos métodos composicionais.

¹³⁸ No original: “it is no longer so much a matter of imagining different curves [...], than of composing with continuity and discontinuity, with dynamism and stasis”.

Página deixada em branco.

5 REFERÊNCIAS

AGON, C.; ASSAYAG, G.; BRESSON, J. (Eds.). *The OM Composer's Book*, Vol. 1. Paris: Editions Delatour France / Ircam, 2006.

ANDERS, T.; MIRANDA, E. R. Constraint Programming Systems for Modeling Music Theories and Composition. Em: *ACM Computing Surveys*, vol. 43, n. 4. 2011, p. 30-38.

BOULEZ, Pierre. *Apontamentos de Aprendiz*. Ed. 1. São Paulo: Perspectiva, 2008.

_____. *A música hoje*. Ed. 3. São Paulo: Perspectiva, 2016.

BRESSON, J.; AGON, C.; ASSAYAG, G. (Eds.). *The OM Composer's Book*, Vol. 2. Paris: Editions Delatour France / Ircam, 2008.

CAGE, J. *Silence: lectures and writings*. Londres: Marion Boyars, 2015.

CHO, K.; GYÖRGY, F.; SANDLER, M. *Explaining deep convolutional networks on music classification*. Queen Mary University, London, 2016.

COELHO DE SOUZA, R.; FARIA, R. *A Criatividade como Propriedade Emergente na Composição Algorítmica*. SONIC IDEAS. 10, 2013, p. 21-34.

COSTA, V. F. *Da Indeterminação à Invariância: considerações sobre morfologia musical a partir de peças de caráter aberto*. Tese de doutorado. Campinas: IA/UNICAMP, 2009.

DODGE, C.; JERSE, T. A. *Computer Music: synthesis, composition and performance*. 2ª ed. Estados Unidos: Schirmer, 1997.

ECO, Umberto. *Obra aberta*. 8ª ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1991.

FERRAZ, Sílvio. *Música e Repetição: a diferença na composição contemporânea*. São Paulo: Educ/FAPESP, 1998.

FERREIRA, Arthur Rinaldi. *A Música no Final do Século XX: um estudo sobre os modelos de organização do discurso musical no repertório pós-1980*. Dissertação de mestrado. São Paulo: IA/UNESP, 2007.

GRISEY, Gérard. *Tempus ex Machina: a composer's reflections on musical time*. Em: *Contemporary Music Review*, vol. 2, 1987, p. 239-275.

HILLER, L. A.; ISAACSON, L. M. *Experimental Music*. Nova York: McGraw-Hill, 1959.

HINDEMITH, Paul. *The Craft of Musical Composition*, (vols. 1 e 2). Ann Arbor: University of Michigan, 1945.

JAKOBSON, Roman. *Linguística e Comunicação*. 6ª ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1973.

KANDINSKY, Wassily. *Do Espiritual na Arte*. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

KOENIG, G. M. *Composition Process*. In UNESCO Computer Music: Report on an International Project Including the International Workshop Held at Aarhus. Dinamarca, 1978.

MEYER, L. B. *Emotion and Meaning in Music*. Chicago: Chicago Univ. Press, 1956.

MIRANDA, Eduardo Reck. *Composing Music with Computers*. Burlington: Focal Press, 2002.

NIERHAUS, Gerard. *Algorithmic Composition*. Alemanha: Springer-Verlag, 2009.

_____. *Patterns of Intuition: musical creativity in the light of algorithmic composition*. Alemanha: Springer, 2015.

PAPADOPOULOS, G.; WIGGINS, G. *AI Methods for Algorithmic Composition: A Survey, a Critical View and Future Prospects*. School of Artificial Intelligence, Division of Informatics. Edimburgo: Universidade de Edimburgo, 2000.

POUSSEUR, Henri. *Apoteose de Rameau*. Trad. Flo Menezes e Mauricio Oliveira Santos. Seleção de textos, prefácio e notas críticas de Flo Menezes. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.

RAMALHO, J. F. et. al. *Fundamentos da Física*. Vol. 2. Editora Moderna. São Paulo, 1982.

RIBEIRO, F. A. The Emancipation of referentiality through the use of microsounds and electronics in the music of Luigi Nono. Em: *Proceedings of Korean Electro-Acoustic Music Society's 2014 Annual Conference (KEAMSAC 2014)*. Seoul, 2014. p.47-53.

ROADS, Curtis. *Composing Electronic Music*. Nova Iorque: Oxford Press, 2015.

SANTANA, Charles de Paiva. *The musical piece as an instance: essays in computer-assisted musical analysis*. Tese de doutorado. Campinas: UNICAMP, 2016.

SCHAEFFER, Pierre. *Traité des Objets Musicaux*. Seuil. Paris, 1966.

SCHOENBERG, Arnold. *Fundamentos da Composição Musical*. Ed. 3. Edusp, São Paulo, 2012.

SUZUKI, Yôiti; et. al. *Precise and Full-Range Determination of Two-Dimensional Equal Loudness Contours*. Technical report, Tohoku University, Japan, 2003.

SILVA, G. M. *Memorial de composição algorítmica: Incerto Principium & Gradus ad Incertum*. Monografia de TCC. Curitiba: DeArtes/UFPR, 2016.

SUPPER, Martin. *A Few Remarks on Algorithmic Composition*. Computer Music Journal, 25:1, pp. 48-53, Alemanha, 2001.

TENNEY, James. *Meta + Hodos*. 2a ed. Frog Peak Music: Oakland, 1988.

TENNEY, J.; POLANSKY, L. *Temporal Gestalt Perception in Music*. Journal of Music Theory, vol. 24, nº 2, pp. 205-241, 1980.

XENAKIS, Iannis. *Formalized Music*. Revised Edition. Stuyvesant, NY: Pendragon Press, 1992.

WEBER, Anton. *The Path to The New Music*. Pennsylvania: Theodore Presser, 1963.

APÊNDICE 1 - CINCO PEÇAS GERADAS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE NOSSO PROGRAMA

Os áudios das cinco peças geradas durante o desenvolvimento do nosso programa estão disponíveis em: <https://drive.google.com/drive/folders/1yn4gIS4dql-L7khxR5JWo2VP-P6sQo6P?usp=sharing>

Segue abaixo a lista de faixas:

Áudio 1 – Estranho no Paraíso – 03:34

Áudio 2 – Um Atuador – 02:29

Áudio 3 – O Percussionista Bicentenário – 04:43

Áudio 4 – Verso de Luz – 02:57

Áudio 5 – O Que Não se Foi no Efeito Joule – 04:00

Se houver qualquer problema no acesso desses, entre em contato pelo e-mail g.monte.silva@gmail.com.

Página deixada em branco.

APÊNDICE 2 - CÓDIGO

Devido ao processo de refatoração, decidimos não incluir o código neste texto. Ele pode ser acessado através do repositório:

https://github.com/montechiari/projeto_composicao

Acessado pela última vez em 26/08/2019.

Se houver qualquer problema no acesso desse, entre em contato pelo e-mail g.monte.silva@gmail.com.

Página deixada em branco.

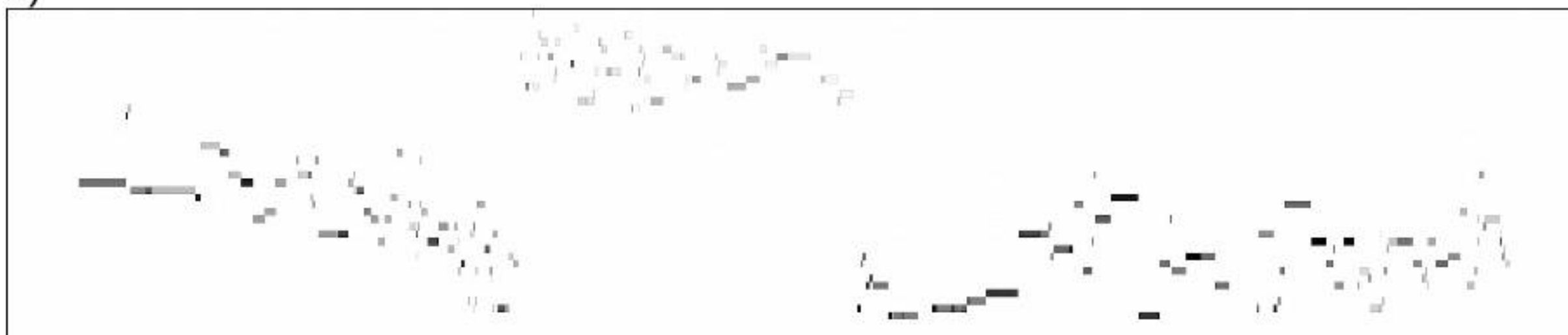
APÊNDICE 3 - PIANO ROLLS DE PEÇAS GERADAS

Representações de peças geradas pelo programa. Essa amostragem de 29 exemplos permite compreendermos visualmente as características gerais de distribuição dos elementos sonoros. Esses elementos formam agrupamentos que são indicados por padrões dinâmicos de continuidade e segregação.

1)



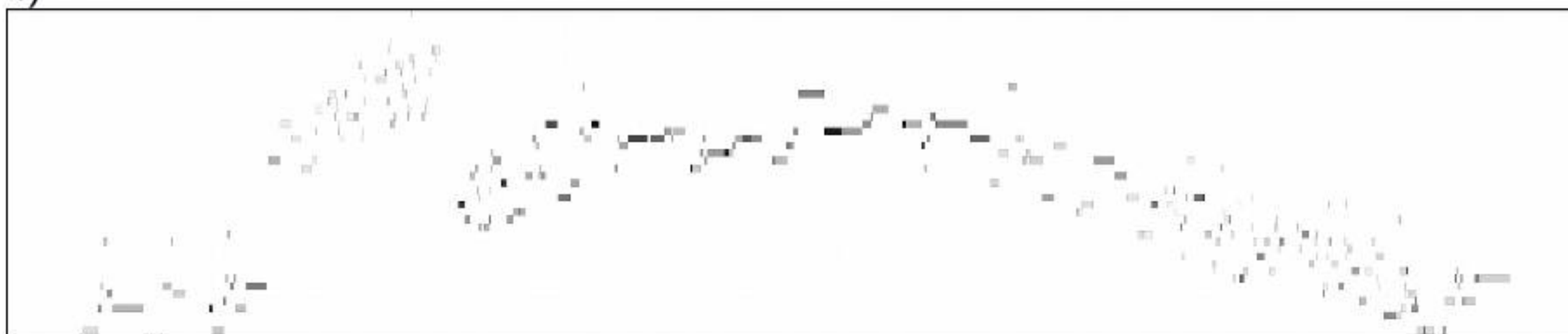
2)



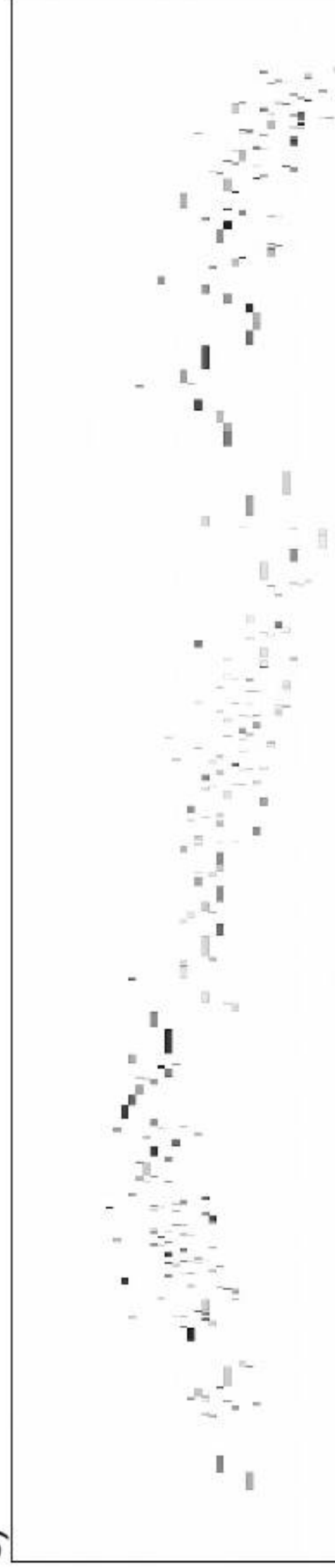
3)



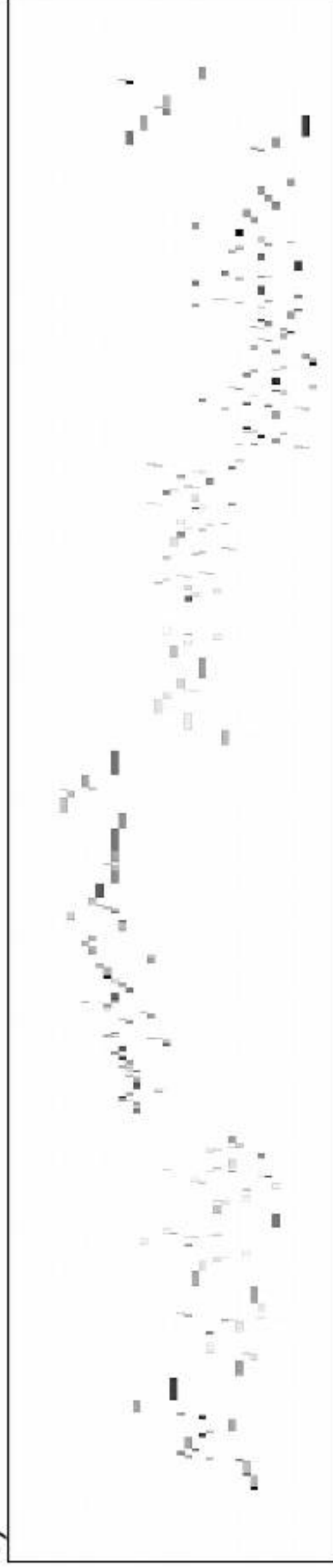
4)



5)



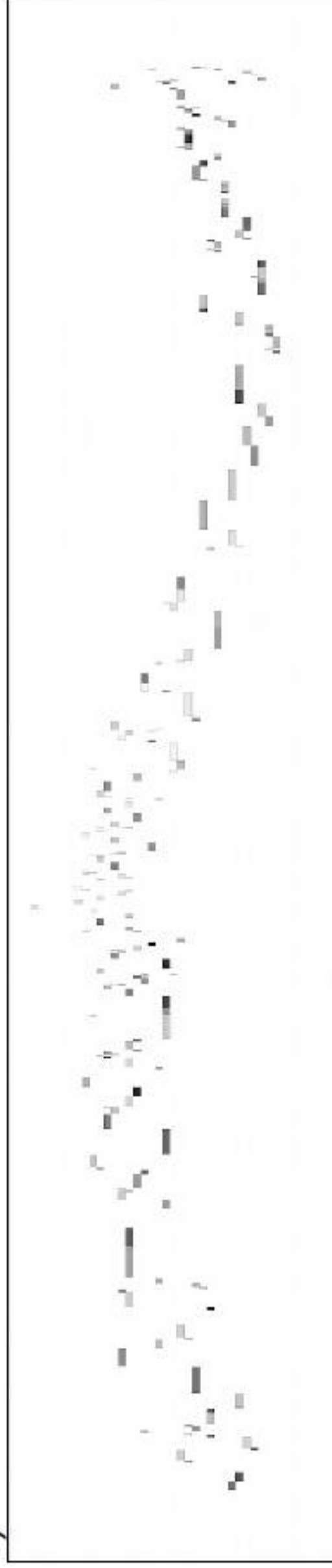
6)



7)



8)



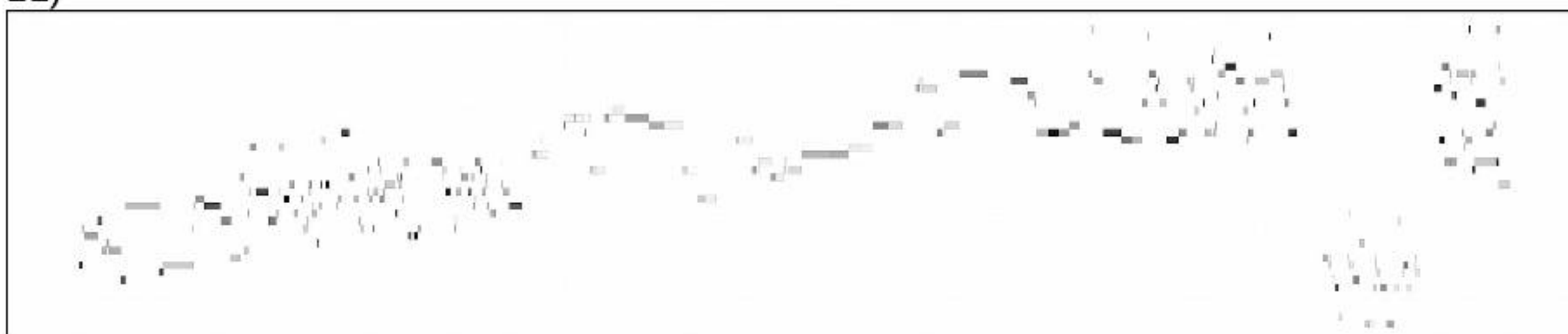
9)



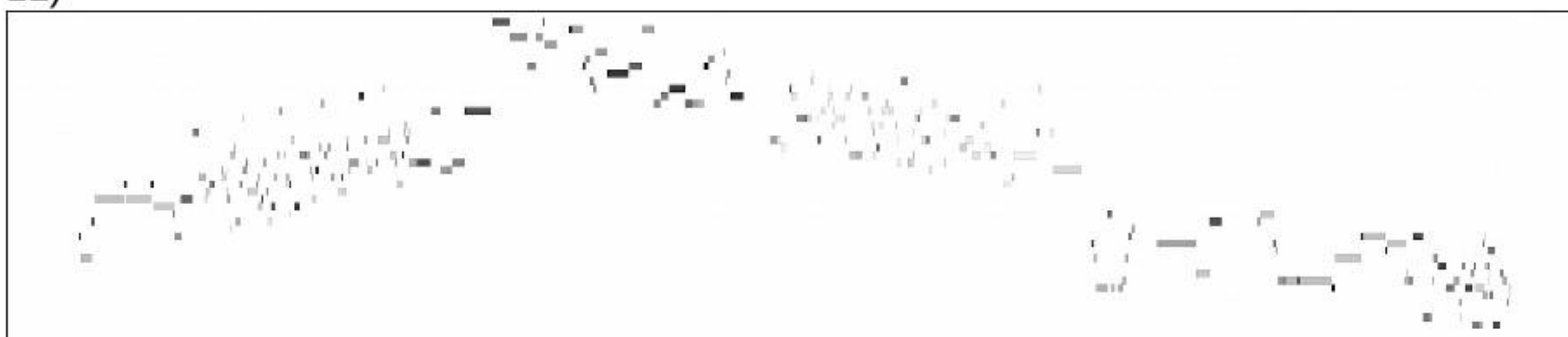
10)



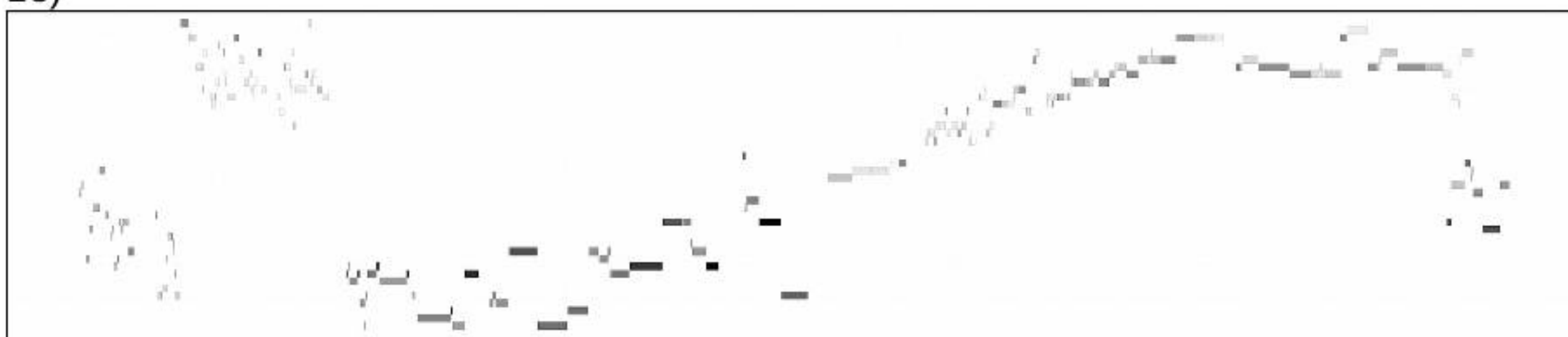
11)



12)



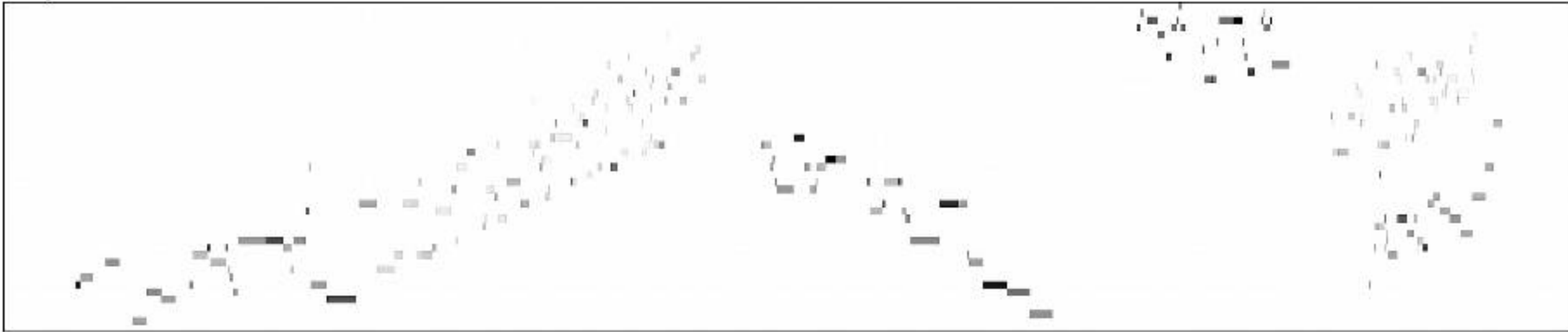
13)



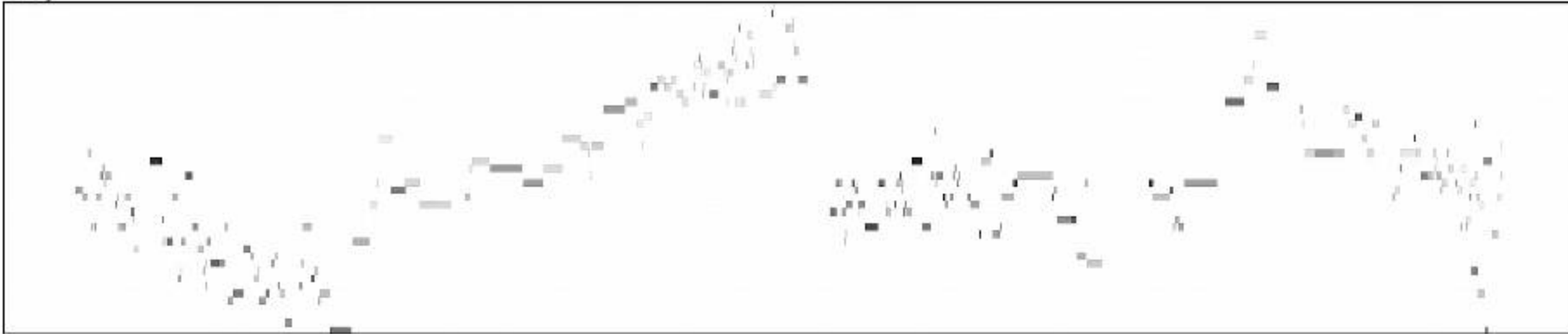
14)



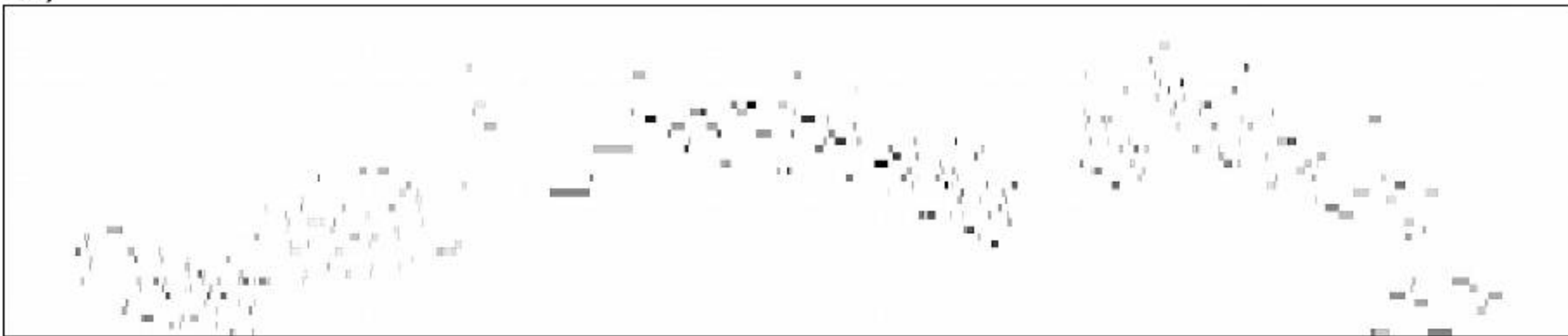
15)



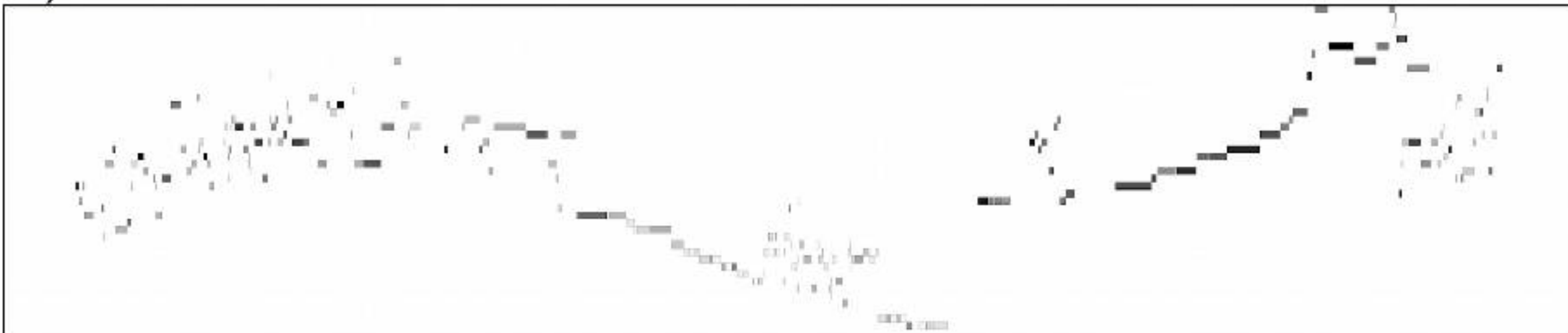
16)



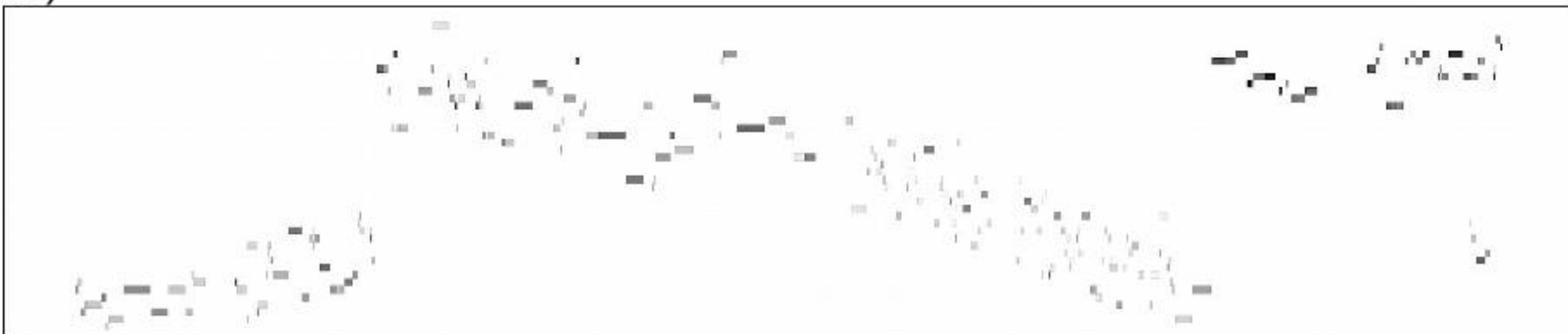
17)



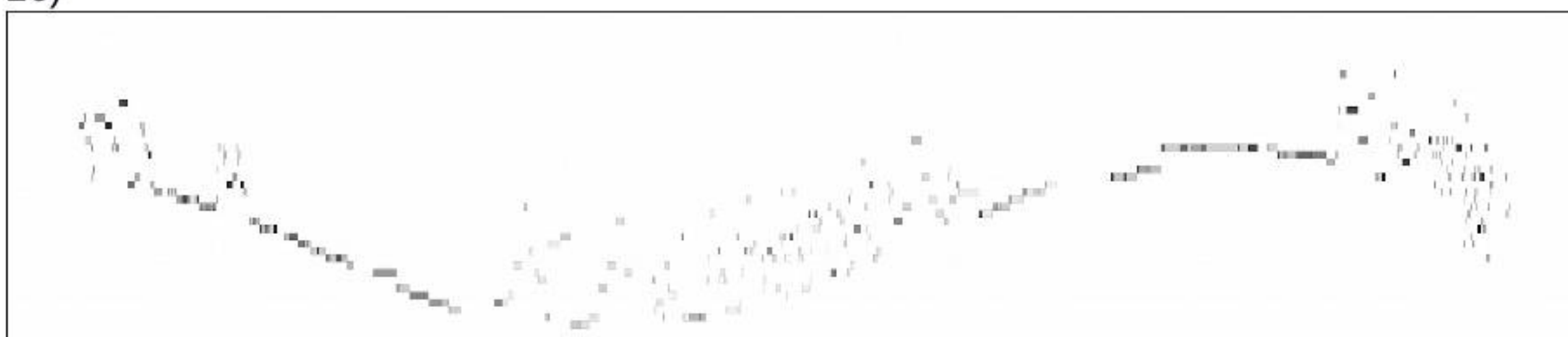
18)



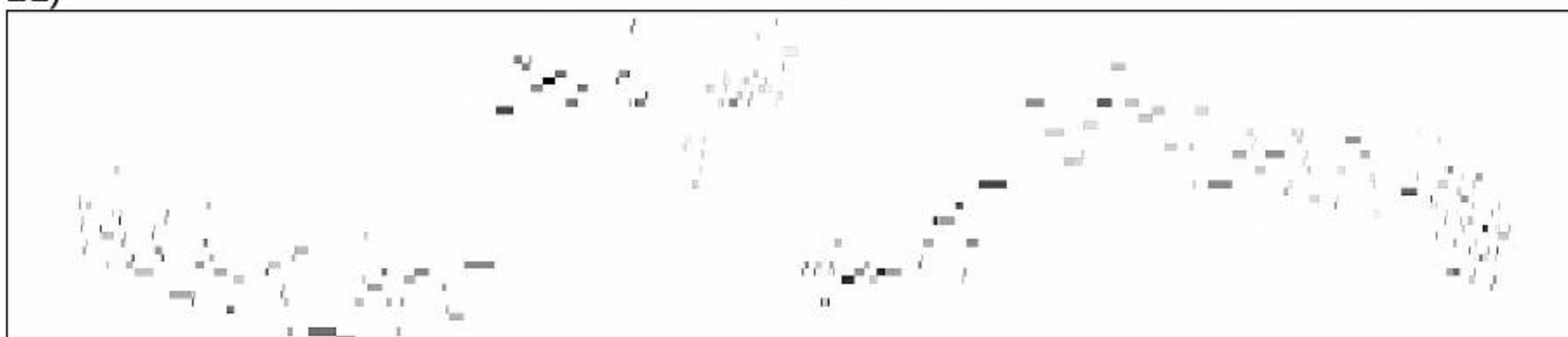
19)



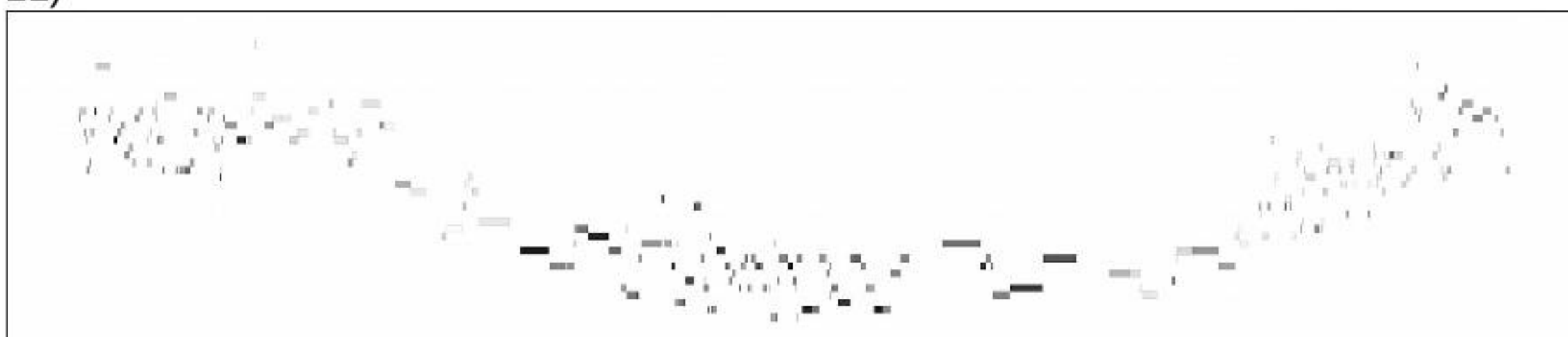
20)



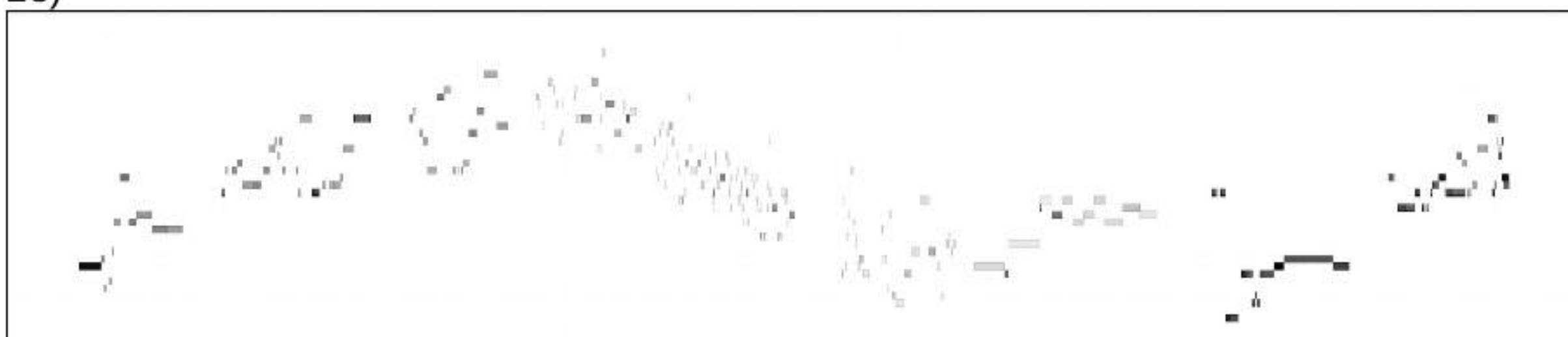
21)



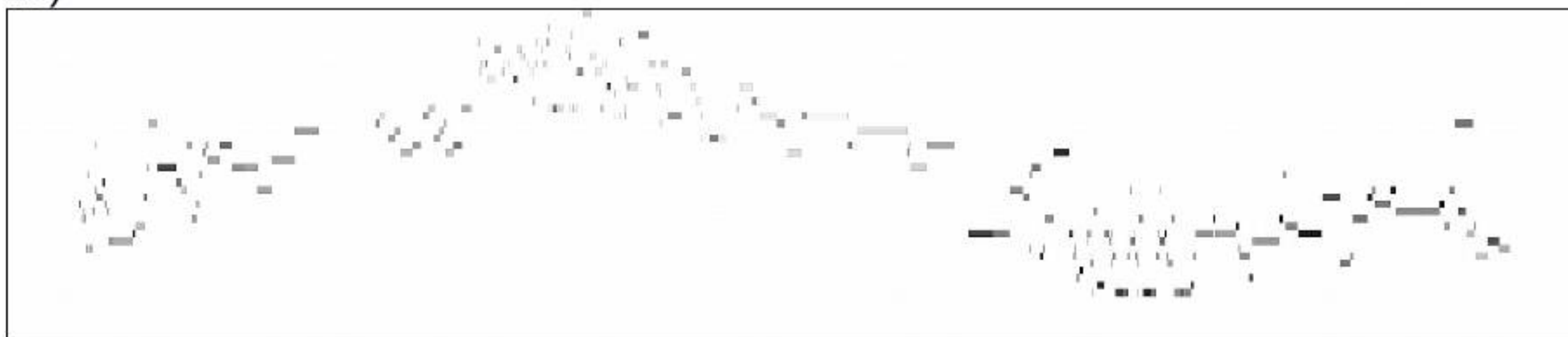
22)



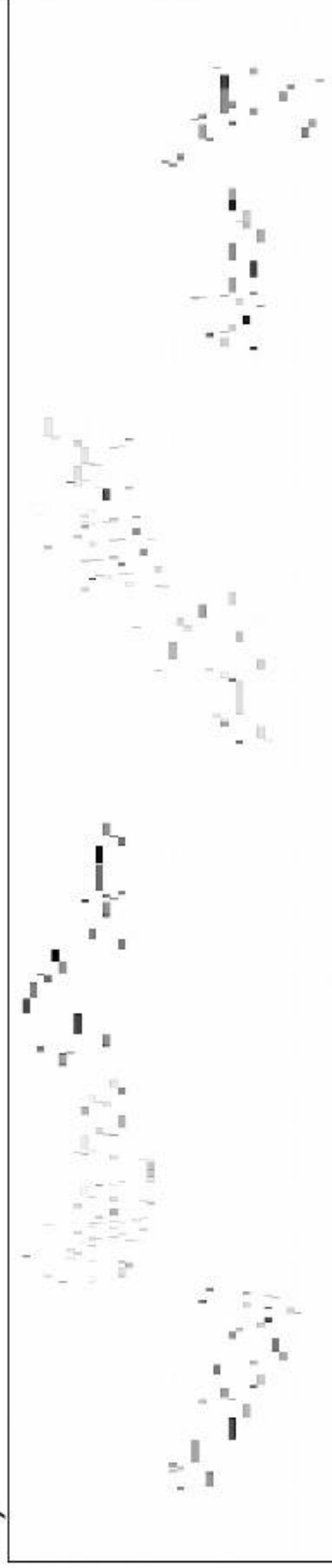
23)



24)



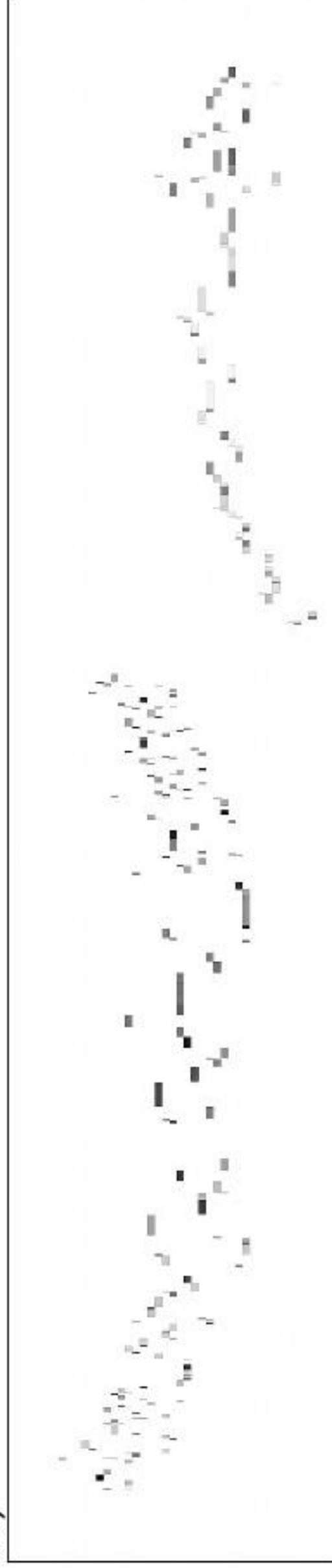
25)



26)



27)



28)



29)

